

AT800060

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

C 5168
(689)

DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT RURAL

ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET TECHNIQUE

DU BARRAGE DU KAMOBÉUL

CARACTÈRES HYDRO-MORPHOPÉDOLOGIQUES ET POSSIBILITÉS RIZICOLES
DES SOLS DE LA VALLÉE DU KAMOBÉUL-BOLON

(RAPPORT PÉDOLOGIQUE)

B.C.E.O.M.-I.R.A.T.

M. BROUWERS

1980

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT RURAL

ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET TECHNIQUE

DU BARRAGE DU KAMOBÉUL

CARACTÈRES HYDRO-MORPHOPÉDOLOGIQUES ET POSSIBILITÉS RIZICOLES
DES SOLS DE LA VALLÉE DU KAMOBÉUL-BOLON

(RAPPORT PÉDOLOGIQUE)

TABLE DES MATIERES

RESUME

AVANT-PROPOS

Pages

INTRODUCTION

2

1 - REALISATION DE L'ETUDE

4

1.1. - Principes et avantages de la méthode utilisée

4

1.2. - Déroulement de l'étude

4

1.3. - Observations et déterminations

6

1.4. - Documents utilisés

7

1.5. - Documents publiés

7

2 - GEOMORPHOLOGIE

9

2.1. - Les grands ensembles géomorphologiques

9

2.2. - L'évolution géomorphologique de la vallée

12

2.3. - La morphodynamique actuelle

13

2.4. - La morphodynamique potentielle : dangers d'érosion

15

3 - CLIMAT

17

3.1. - Caractéristiques générales

17

3.2. - Le régime des précipitations

17

3.3. - Conséquences pour l'environnement morphopédologique
et l'agriculture

19

3.4. - Conséquences de la récente décennie plutôt sèche

21

4 - HYDROLOGIE

4.1. - Le domaine continental

25

4.2. - Le domaine marin

25

4.3. - Remarques complémentaires

29

5 - <u>MATERIAUX</u>	30
5.1. - Les dépôts continentaux	30
5.2. - Les dépôts fluvio-marins	31
6 - <u>VEGETATION ET UTILISATION DES SOLS</u>	37
6.1. - Le domaine continental	37
6.2. - Le domaine marin	38
7 - <u>LES UNITES MORPHOPEDOLOGIQUES</u>	44
7.1. - Classification - typologie des sols	44
7.2. - Le glacis terrasse pléistocène	47
7.3. - Les glacis versants de raccordement	48
7.4. - Le remblaiement des vallons affluents	50
7.5. - La plaine de remblaiement du Kamobeul Bolon	54
8 - <u>LES POSSIBILITES RIZICOLES</u>	67
8.1. - Le classement des terres	67
8.2. - Le problème du dessalage	71
8.3. - Le problème de l'acidité et des toxicités	75
BIBLIOGRAPHIE	78

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Fig. 1	Carte de situation	3
Fig. 2.1.	Coupes schématiques des unités morphopédologiques	10
Fig. 8.3.	Relation teneur en S - ph sol séché	76
Tab 3.2. a	Précipitations et évaporation	18
Tab 3.2. b	Salinité et durée des écoulements doux	18
Tab 3.2. c	Hauteurs des marées à Médina	18
Tab 4.2.	Salinité des bolons	27
Tab 7.1.	Corrélation entre quatre classifications pédologiques	45
Tab 8.1.2.	Principales contraintes pour la riziculture dans la vallée du KAMOBÉUL	70
Tab 8.2.	Besoins en eau pour dessaler les terres	72

LISTE DES ANNEXES

I - LE DESSALAGE DES TANNES ET VASIERES

1 - INTRODUCTION

2 - LES BESOINS EN EAUX DOUCES

2.1. - Les paramètres

2.2. - Le modèle utilisé

3 - FACTEURS DE CORRELATION AU TABLEAU 5

II - DESCRIPTION ET RESULTATS D'ANALYSES DES PROFILS PRELEVES

Ann. 2.a - Description des profils

Ann. 2.b - Analyses des profils

III - DIAGNOSTIC DE CARENCE EN PHOSPHORE

Analyses réalisées au GERDAT par l'Institut Mondial du Phosphate

R E S U M E

L'ensemble sédimentaire fini-pléistocène et holocène du KAMOBÉUL-BOLON comprend un grand nombre d'unités morphopédologiques très différentes les unes des autres. Dans un tiers de la zone étudiée - soit près de 12.000 ha - elles appartiennent au domaine continental, dans le reste - soit près de 21.000 ha - au domaine fluvio-marin. L'étude a permis de caractériser ces unités et d'en définir les possibilités à partir :

- d'observations, analyses et mesures pédologiques
- d'une analyse des pratiques de cultures et de mise en valeur traditionnelle,
- de l'étude des travaux réalisés dans la région et dans des milieux comparables.

Le premier domaine est caractérisé par la présence d'une nappe douce et de sols généralement sableux. Plus des 2/3 de la surface étaient autrefois occupés par la riziculture dite "douce".

Sur le plan géomorphologique, ce domaine comprend : les restes d'un glacis-terrasse pléistocène, les témoins d'un remblaiement dunkerquien, les fonds alluviaux des affluents du KAMOBÉUL et les glacis-versants de raccordement entre ces fonds et les terres plus hautes. Sur le plan morphopédologique - aptitudes rizicoles - il comprend les 3 principaux types de milieu suivants (en hivernage) :

- inondable et à sols hydromorphes à gley ou à amphigley,
- à nappe affleurante ou à faible profondeur et à sols hydromorphes à gley profond ou à gley oxydé,
- à nappe profonde et à sols hydromorphes lessivés à gley oxydé ou à sols ferrugineux lessivés beiges.

Seuls les sols du premier milieu peuvent être argileux.

Tous ces sols présentent d'intéressantes possibilités rizicoles à condition d'adapter le type de riziculture aux conditions hydrologiques prévalentes : riziculture aquatique dans les zones inondables, riz pluvial assisté par la nappe sur les terres à nappe haute en hivernage, riz pluvial "sensu stricto" sur les terres à nappe profonde.

Le principal problème d'ordre pédologique sera la fertilisation car ces sols sont souvent pauvres. Leur bonne portance en toute saison et la faiblesse des pentes permettent d'envisager la mécanisation. Sur les terres des glacis-versants de raccordement, il y aura lieu de tenir compte d'un risque d'érosion en cas de création de grandes parcelles.

Le domaine marin qui occupe près des 2/3 de la zone étudiée, consiste en vasières, schorres et terrasses subactuelles, c'est à dire des terres généralement argileuses (en particulier les vasières), à l'origine riches en pyrite et dont la nappe est salée ou saumâtre.

Ce domaine est actuellement peu rizicultivé, car seules les terrasses subactuelles et une partie des schorres sont aujourd'hui encore utilisées à cet effet.

Près des 4/5 de ce domaine sont occupés par des vasières, c'est à dire des zones à sols peu portants, couvertes naturellement surtout par des palétuviers et inondées plus ou moins fréquemment aux marées hautes.

Du point de vue pédologique, les vasières les moins intéressantes pour la riziculture sont celles dont les sols n'ont pas ou peu évolué sous l'effet de la récente décennie sèche et de l'action de l'homme. Ces sols, appelés hydromorphes à gley d'ensemble salés ou peu évolués potentiellement acides ou encore "vases peu ou non évolués", sont en effet non seulement très salés mais également très riches en soufre et matière organique et ils ont une faible portance.

Les plus intéressantes bien que nullement aisées à mettre en valeur, sont les vasières "évoluées" où le taux en soufre et matière organique dans le sol est nettement plus faible et la portance souvent meilleure. Ces sols appelés sulfatés acides, salés ou "vases évoluées appauvries en soufre et matière organique" sont rencontrés exclusivement dans les zones aménagées en périmètre de protection ou en casiers de pêche et dans les zones autrefois utilisées pour la riziculture salée, profonde.

Vues sous l'angle de la dessalinisation, les vasières les plus favorables à la riziculture sont :

- dans les parties latérales du domaine marin et en aval des vallons affluents : les vasières "basses" à forte influence des marées (de loin les plus répandues)
- dans la partie centrale et aval du domaine marin : les vasières "hautes", à faible influence des marées.

Environ 1/7 du domaine marin est formé de schorres, localement appelées "tannes". La plus grande partie de ces schorres est nue, inondable aux marées de vives eaux de fort coefficient et consiste en sols sulfatés acides, salés, à encroûtement salin. Un quart de ces schorres est herbu ; ils sont rarement atteints par des marées et les sols sont du type para-sulfaté acide, salé. Le reste est rizicultivé et les sols sont du type hydromorphe, dans lesquels la salinité et l'acidité, caractéristiques des sols précédents, ne se manifeste plus qu'en profondeur.

Seuls les derniers schorres sont actuellement rizicultivables. Sur les autres, des aménagements sont nécessaires pour faire évoluer leurs sols en des terres similaires à celles des schorres déjà rizicultivés. Sur les schorres nus, ceci demandera bien sûr plus de temps que sur ceux qui sont déjà occupés par la végétation.

Les plus favorables à la riziculture sont les schorres argileux. En raison de leur bonne perméabilité et leur propension au re-salage, les schorres sableux ne conviennent que lorsqu'ils sont étendus, jouxtent le domaine continental ou font partie d'un polder.

Les terrasses subactuelles se trouvent à une cote légèrement supérieure à celle des schorres. Leurs sols sont sableux ou argileux et du type hydromorphes. Ils ne présentent généralement pas de problème sérieux de salinité et d'acidité et sont d'ailleurs déjà rizicultivés.

Salinité, acidité actuelle et acidité potentielle sont les principaux problèmes du domaine marin. Par des techniques appropriées, il est possible de les éviter ou de les supprimer.

VIII

En effet :

- l'excédent hydrique est généralement suffisant pour qu'à l'aide d'un aménagement en casiers couplé à un réseau de drainage efficace, on puisse se débarrasser chaque année du sel qui aurait pu s'accumuler au cours de la saison sèche,
- l'acidité actuelle peut être combattue par la même technique que celle nécessaire au dessalage ainsi que par l'apport de coquillages broyés, d'ordures ménagères, etc ...
- l'acidification des sols des vasières peut être évitée en faisant entrer l'eau de mer en saison sèche,
- si pour des besoins agronomiques, il est nécessaire que les vasières perdent sans acidification excessive leur soufre, ceci peut être atteint en retardant progressivement d'année en année le retour des eaux salines en saison sèche.

Tous les sols de la vallée sont donc en principe rizicultivables, mais il existe de grandes différences dans les moyens et le temps nécessaire selon les caractères pédologiques et hydrologiques des unités recensées.

Les terres non salées offrent les meilleures possibilités rizicoles. Parmi les autres, les plus favorables sont les schorres ainsi que les vasières situées dans les zones où les bolons s'adoucissent régulièrement en hivernage.

La pluie ancienne ne fait pas pousser le riz.

Proverbe Diola.

AVANT - PROPOS

L'étude dont ce rapport rend compte a été réalisée dans le cadre de l'étude économique et technique du barrage du KAMOBÉUL", confiée par la Direction de l'Équipement Rural du Sénégal au groupement BCEOM-IRAT.

Son objectif est la mise en valeur rizicole de la vallée du KAMOBÉUL-BOLON, vaste plaine fluvio-marine encadrée de basses collines, située à l'Ouest de ZIGUINCHOR sur la rive gauche de la Casamance, non loin de son embouchure.

Le principal objectif de l'étude lors de son démarrage était la mise en valeur des sols de mangrove et de tanne et cela à l'aide d'un barrage-écluse à la hauteur de DJIROMAIT, c'est-à-dire près de la confluence du Kamobéul-Bolon avec la Casamance.

Les principales raisons de ce choix étaient :

- le souhait des Autorités sénégalaises de faire de la Basse Casamance, la zone la plus favorable au riz du pays, une vaste région rizicole pouvant satisfaire la consommation nationale,

- le fait que ces tannes et mangroves sont très peu cultivés et que les problèmes fonciers devaient donc y être beaucoup moins importants que dans les zones douces déjà rizicultivées,

- que les études antérieures (d'abord par le GERCA^x au début des années 60, puis par l'ILACO et l'IRAT dans le polder de Médina) avaient conclu à la possibilité du développement de la riziculture sur sinon tout, au moins une bonne partie de ces terres à l'aide d'un aménagement avec barrage-écluse, anti-sel.

Étant donné que la mise en valeur de ces zones basses, salées ne peut pas pour

x Groupement d'ILACO et de SCET-COOP.

diverses raisons, être dissociée du développement et de l'amélioration de la riziculture sur les zones non salées, ces dernières font également partie de l'étude.

Deux autres vallées fluvio-marines ont, en même temps que celle du KAMOBÉUL, fait l'objet d'une étude similaire par d'autres groupements, à savoir :

- la vallée de Baïla par LOUIS BERGER, en collaboration avec l'ORSTOM,
- la vallée du Soungrougou par la SOGREAH-SONED.

En plus de la pédologie, l'IRAT s'est chargé pour le KAMOBÉUL-BOLON, de l'étude agro-socio-économique (par RICHARD) et intervient également au titre d'expert en matière rizicole.

Ce rapport comprend :

- carte morphopédologique au 1/50.000 (une coupure)
- une carte d'aptitude au 1/20.000 (deux coupures).

I N T R O D U C T I O N

L'étude morphopédologique réalisée dans le cadre de l'"Etude économique et technique du barrage du KAMOBÉUL" concerne toute la partie basse (plaine fluvio-marine actuelle, vallons affluents, terrasses, versants colluviaux ...) du bassin versant du KAMOBÉUL-BOLON entre Djiromait - dernier site possible pour un barrage anti-sel sur cette vallée - et la frontière avec la Guinée Bissau. Cette zone couvre environ 33.000 ha, dont plus de la moitié (près de 20.000 ha) consiste en sols salés d'origine fluvio-marine.

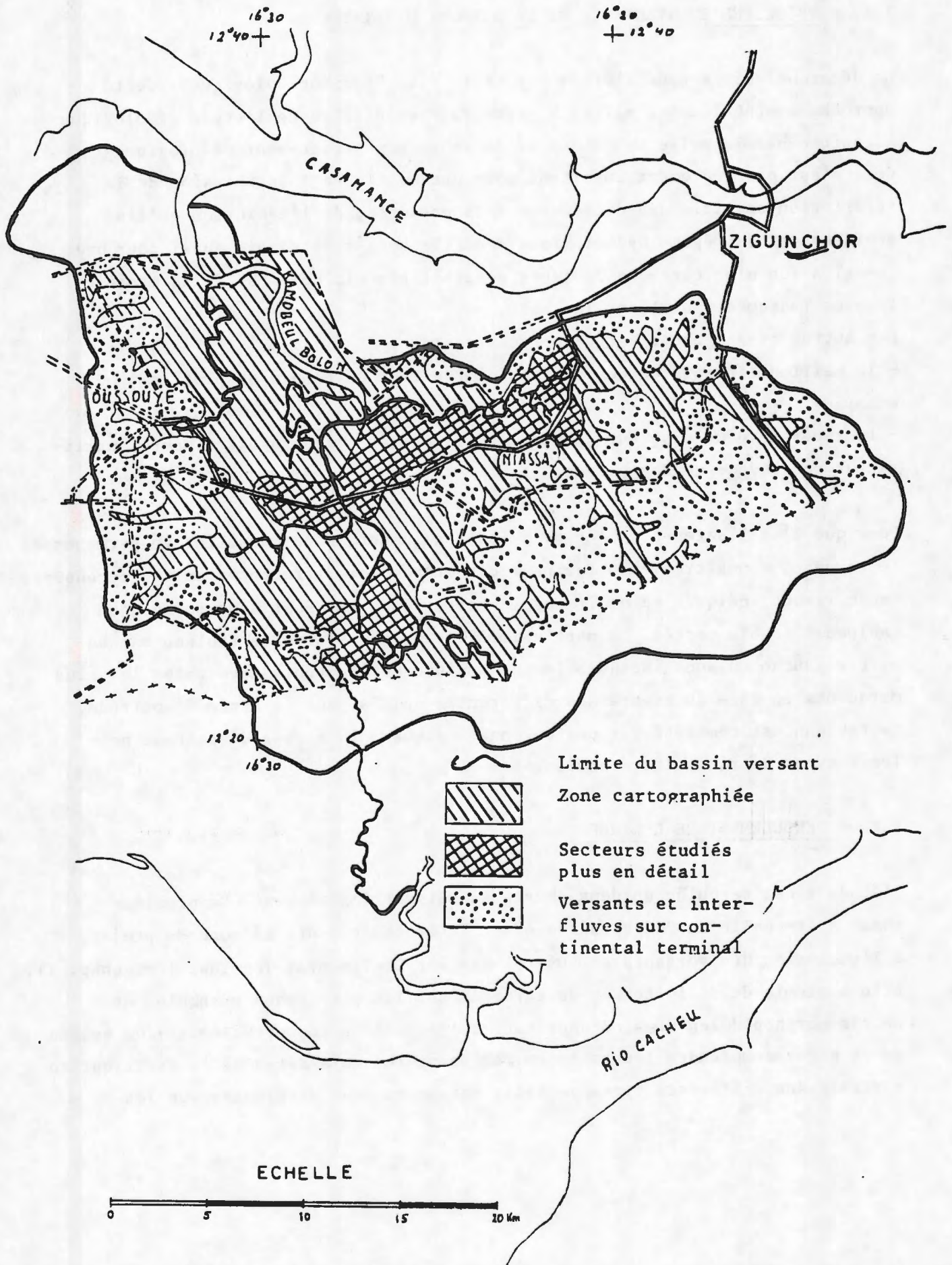
Le reste de la région du projet (environ 25.000 ha) consiste en versants et larges croupes à pentes douces à sols beiges et rouges, développés sur Continental Terminal.

Les objectifs de l'étude morphopédologique étaient les suivants :

- établir une carte morphopédologique au 1/50.000^{ème} de ces 33.000 ha de terre : basses en précisant les limites et les caractères des grandes unités morphopédologiques,
- établir pour ces mêmes 33.000 ha, une carte d'aptitude au 1/20.000^{ème} partir d'une étude plus détaillée des zones dignes d'intérêt situées hors des aires traditionnellement consacrées à cette étude, à la riziculture.
- préciser, pour chacune des unités morphopédologiques recensées, les contraintes et facteurs favorables à l'aménagement rizicole, la classe d'aptitude et, si possible, les techniques de mise en valeur et d'amélioration des sols à mettre en oeuvre.

CARTE DE SITUATION

Fig.1



1 - REALISATION DE L'ETUDE

1.1. - PRINCIPES ET AVANTAGES DE LA METHODE UTILISEE

La démarche suivie pour l'étude est celle dite "morphopédologique". Cette approche synthétique du milieu à cartographier diffère de l'étude pédologique classique par la prise en compte de facteurs non strictement pédologiques. Ceci n'est pas seulement important pour une meilleure compréhension de la répartition spatiale des différents sols présents, de l'évolution qu'ils subissent et du régime hydrologique dont ils sont sujets mais aussi pour une évaluation plus correcte de leurs possibilités rizicoles et de la manière la plus indiquée d'utiliser les sols.

Les autres avantages de cette approche sont :

- la meilleure précision des cartes, compte tenu du nombre de profils examinés,
- le repérage plus aisé sur le terrain des unités cartographiées pour l'utilisateur non pédologue des cartes.

Pour que l'utilisateur de l'étude puisse également, sans consulter en permanence le rapport, connaître les principaux caractères des différentes unités recensées, ceux-ci sont indiqués en clair sur la carte. Ceci est fait sous forme d'un tableau à double entrée. La partie immédiatement utile de ce tableau est sa partie gauche où sont indiqués les contraintes et facteurs favorables les plus marquants en face du figuré des différentes unités. Sur la carte d'aptitude, ce tableau est complété par une colonne indiquant la classe d'aptitude pour les 2 types de riziculture envisagés.

1.2. - DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude s'est déroulée en deux phases se suivant logiquement. La première phase a été celle du "dégrossissage" et intéressait toute la zone du projet, à l'exclusion des versants et interfluves sur Continental Terminal (cf. chap. 1). Elle a permis de délimiter et de caractériser les principaux ensembles et unités morphopédologiques, d'appréhender l'évolution géomorphologique du bassin et de mieux comprendre les facteurs régissant les caractères et la distribution spatiale des différents types de sols, notamment ceux développés sur les

matériaux fluvio-marins riches en sulfures, omniprésents dans la plaine du KAMOBÉUL-BOLON.

La prospection morpho-pédologique pour cette phase a eu lieu entre le 28 Mars et le 16 Mai 1979, c'est-à-dire à la même époque que la première mission du responsable du schéma d'aménagement et avant la venue des autres experts intervenant dans le projet. Elle a été suivie immédiatement après, par l'étude dite "de la drainabilité" des sols.

La deuxième phase de travaux de terrain a été consacrée à l'étude plus détaillée des sols de vasières et de tannes. Ces travaux ont principalement été conduits dans les zones jugées les plus favorables à l'aménagement rizicole, choisies lors d'une table ronde fin Octobre 1979 qui réunissait l'ensemble des experts concernés par le projet. La localisation de ces zones est indiquée sur la figure.

L'autre objectif de la deuxième phase était de mieux appréhender les possibilités rizicoles et les moyens à mettre en oeuvre pour la mise en valeur de sols non cultivés et l'amélioration de la riziculture dans les zones traditionnellement consacrées à cette culture.

L'étude de terrain de cette deuxième phase a eu lieu entre le début Janvier et la mi-février 1980.

En raison de l'objectif appliqué de l'étude et des caractères morphopédologiques très particuliers de la vallée du KAMOBÉUL-BOLON, l'évaluation de ces possibilités rizicoles et des moyens à mettre en oeuvre ne repose pas uniquement sur ce que le pédologue a pu observer sur le terrain, son expérience et sur ce qu'il a pu déduire des documents consultés et des résultats d'analyses et mesures.

D'autres expériences ont été mises à profit pour cela, notamment :

- celles des experts en matière rizicole, aménagement et pédologie de l'ISRA, IRAT et ORSTOM,

- celles des riziculteurs de la vallée

avec qui nous avons pu avoir des contacts fructueux au cours des phases de terrain ou pendant la préparation des cartes et de ce rapport.

1.3. - OBSERVATIONS ET DETERMINATIONS

Environ 500 sondages et fosses ont été examinés au cours de l'étude pédologique. Contrairement aux analyses en laboratoire, leurs résultats ne figurent pas en annexe, mais ont été directement incorporés dans ce rapport.

La plus grande partie de ces observations a été faite à l'aide d'une pelle à vase, parfois d'une tarière. Quelques 100 observations ont été réalisées en fosses. Ces observations ponctuelles ont été complétées par des observations générales et des enquêtes pendant les déplacements.

Les observations par sondage ont surtout été faites lors de la deuxième phase, consacrée à l'étude plus détaillée des sols des tannes et des vasières.

La difficulté d'accès, la faible consistance des sols, leur inondation à marée haute ou la présence d'une nappe à faible profondeur permettent en effet de réaliser assez difficilement des observations en fosse .

Ces observations ont été réalisées dans des secteurs représentatifs de la plaine choisis après analyse des photos aériennes et une reconnaissance préalable. En raison de la forme irrégulière de la vallée et des difficultés d'accès, elles n'ont pas été faites selon la technique de toposéquence ou de transects plus ou moins régulièrement espacés, mais selon la technique dite de "free surveying". Les secteurs ou sites à étudier sont dans ce dernier système plus irrégulièrement distribués car choisis selon les possibilités d'accès.

La plus grande partie des observations a pour cette raison été réalisée à proximité des pistes dans les zones accessibles à pied (régions de SELEKI, YOUTOU, KAGUIT, BAFIKANE, amont de la vallée de NIISSA). Celles dans les zones difficiles d'accès, ont été faites à l'aide d'une pirogue puis d'un "Zodiac", (dans les secteurs d'OUSSOUYE-BOLON, d'OULOUBALINE-BOLON, l'aval du KAMBEUL-BOLON et du BOLON de NIISSA).

25 fosses ont été prélevées pour analyse, à en moyenne 3 niveaux. Leur description détaillée et les résultats d'analyses figurent en annexe. Outre les analyses dites "classiques", nous avons réalisé sur ces échantillons plusieurs analyses particulières relatives au pH, au soufre et à la salinité.

En raison du nombre réduit de profils prélevés et à la demande du commanditaire de l'étude, nous avons complété ces analyses au laboratoire par des mesures sur le terrain du pH frais et de la salinité des sols. Ces déterminations ont été effectuées sur les sols des tannes et des vasières.

1.4. - DOCUMENTS UTILISES

Pour la réalisation de l'étude, un grand nombre de documents a été consulté ou utilisé, notamment :

- des publications et rapports concernant la zone d'étude ou des zones similaires (cf. la bibliographie en annexe)
- la thèse de VIEILLEFON et sa carte pédologique au 1/100.000^{ème} relative au domaine fluvio-marin de Basse-Casamance,
- les photos aériennes noir et blanc au 1/50.000^{ème} de 1969 (références 69 ND 28-II-III) et celles en noir et blanc et infra-rouge (fausse couleur) au 1/20 000^{ème} de 1979 (références 79 SEN 55 200)
- les cartes topographiques au 1/50.000^{ème} et leurs agrandissements au 1/20.000^{ème} (références ND 28-II, 4a, 3b, 2c et 1d).

1.5. - DOCUMENTS PUBLIES

Les résultats de l'étude ont été synthétisés en deux types de documents :

- ce rapport, qui après une analyse du cadre morphopédologique de la zone d'étude, décrit les caractères des sols et des unités morphopédologiques recensés, ainsi que leurs contraintes et facteurs favorables pour la riziculture de saison des pluies ;
- des cartes :
 - + une carte morphopédologique au 1/50.000^{ème}
 - + une carte d'aptitude à la riziculture aquatique et à la riziculture pluviale assistée par la nappe, au 1/20.000^{ème}
 - + une carte des besoins en drainage, au 1/50.000^{ème}

Une annexe complète ces documents. Dans cette annexe figurent notamment la description détaillée et les résultats d'analyses des profils prélevés, les résultats et la description sommaire des sites sur lesquels il a été procédé à des mesures de perméabilité et d'infiltration, les méthodes d'analyses et de mesures utilisées ainsi que l'approche et les paramètres utilisés pour le calcul des besoins en eau pour le dessalage des sols au début de la saison de culture.

Les deux cartes pédologiques (la carte morphopédologique au 1/50.000^{ème} et celle d'aptitude au 1/20 000^{ème}) sont assez semblables. Il y a pour cela deux raisons :

1°/ les critères qui ont servi à la définition et la distinction des unités cartographiques sont les mêmes pour les deux cartes. Ces critères sont :

- la position topographique et physiographique,
- le régime hydrologique naturel et la qualité des eaux,
- la nature des matériaux,
- et dans la plaine fluvio-marine actuelle, l'importance de l'action de l'homme.

Comme nous le verrons plus loin, ces 4 critères définissent en effet, non seulement la typologie et les caractères des sols, mais également leurs possibilités rizicoles.

2°/ La carte d'aptitude a dû être établie en tenant compte de deux types de riziculture. Etant donné que les exigences édaphiques pour ces deux types de cultures sont différentes, il nous a semblé préférable, pour faciliter la lecture de la carte, d'attribuer les teintes, non comme il est habituel aux classes d'aptitude mais aux unités morphopédologiques, comme sur la carte morphopédologique proprement dite.

Bien qu'établies à partir des mêmes critères et des mêmes données, ces deux cartes ne sont pas identiques. La carte au 1/50.000^{ème} est une carte de synthèse dégageant les unités et ensembles morphopédologiques majeurs. Elle a été réalisée en premier, essentiellement à partir des résultats de la 1^{ère} phase d'étude et des photos au 1/50 000^{ème}.

La carte d'aptitude a été établie au terme de la deuxième phase. C'est une carte plus détaillée, axée sur l'aptitude rizicole des terres. Elle a été réalisée à l'aide des résultats des deux phases d'étude et s'appuie surtout, en ce qui concerne les limites des unités, sur les photos au 1/20.000^{ème}.

La carte morphopédologique au 1/50 000^{ème} a été dressée à partir de la mission photographique de 1969, seule disponible au début de la mission, puis complétée et corrigée après les prises de vue de 1979, pour tenir compte des modifications et évolutions de la dernière décennie.

2 - GEOMORPHOLOGIE

L'objet de cette deuxième partie du rapport est de donner, avant la description des sols et des unités pédologiques recensés, un aperçu sur les principaux facteurs qui régissent leurs caractères et leur distribution spatiale, ainsi que les moyens à mettre en oeuvre pour le développement rizicole du bassin.

2 1. - LES GRANDS ENSEMBLES GEOMORPHOLOGIQUES

La vallée du KAMOBÉUL-BOLON est un ensemble sédimentaire fini-pléistocène et holocène, mis en place par remblaiement fluvio-marin d'un ancien réseau de vallées profondes. Sa partie basse est largement ouverte à l'influence des marées grâce à un réseau dense de chenaux appelés localement "bolons". Elle est dominée par des collines peu élevées entre lesquelles ses diverticules s'insèrent en doigts de gants. Les collines appartiennent au Continental Terminal et ne font pas partie de la zone étudiée dans le cadre de l'étude pédologique.

Cette vallée peut schématiquement être divisée en deux parties (cf. fig. 1) : la vallée du KAMOBÉUL-BOLON proprement dite et celle de NIASSA.

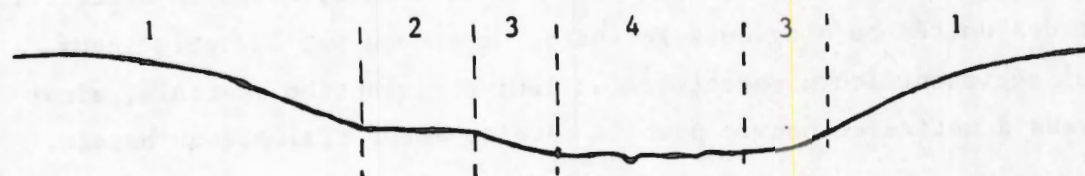
La première, de loin la plus importante, a grossièrement la forme d'un rectangle orienté NNW-SSE. Nous pensons avec VIEILLEFON (1977) qu'elle pourrait avoir une origine tectonique (subsidence ou affaissement en bloc). La vallée de Niassa, beaucoup moins importante, est un tributaire de la première et son orientation est grossièrement perpendiculaire à celle de la vallée principale.

Sur le plan morphopédologique, cet ensemble sédimentaire peut être divisé en 4 unités (cf. figure 2 1),

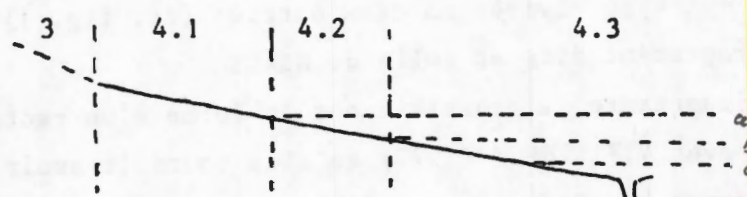
- les restes d'un glacis-terrasse pléistocène,
- les glacis-versants de raccordement,
- le remblaiement des vallons affluents,
- la plaine de remblaiement du Kamobéul.

COUPES SCHEMATIQUES

Fig.2.1

Principales unités morphopédologiques

- 1 Interfluves et versants sur Continental Terminal
- 2 Glacis-terrasse pléistocène
- 3 Glacis-versant de raccordement
- 4 Plaine de remblaiement fluvio-marin récent et actuel du KAMOBÉUL, ou zone centrale des vallons affluents

Sous-ensembles de la plaine du KAMOBÉUL

- 4.1 Terrasse subactuelle
- 4.2 Schorre
- 4.3 Vasière

- a, b et c : niveau atteint par les
- a grandes marées d'hivernage
- b marées de vives eaux normales
- c marées de mortes eaux

La première unité domine de 2 à 5 mètres les deux dernières. Elle se présente essentiellement sous forme de surfaces légèrement inclinées, bordant les collines du Continental Terminal.

Les glacis-versants de raccordement sont des zones de transition, généralement colluviales qui relient en pente douce les restes du glacis-terrasse pléistocène et les interfluves du Continental Terminal à la plaine du Kamobeul et les zones axiales de ses affluents.

Les deux dernières grandes unités forment la partie basse de la zone d'étude. Celle-ci a été divisée en deux unités distinctes en raison des très grandes différences en régime hydrologique, nature du matériau, modelé général, ... Dans le cas des vallons affluents, nous avons en effet affaire à des zones allongées à topographie généralement plane qui ne sont plus atteintes par les marées et dont la nappe est donc douce.

Dans le deuxième cas nous avons par contre affaire à un ensemble typiquement marin comprenant des vasières, des schorres et terrasses sub-actuelles parcourues par un réseau dense de chenaux de marée. Ce dernier ensemble est de loin le plus important de la zone étudiée car il occupe plus des deux tiers de sa surface.

Les termes "vasières" et schorres" sont des notions géomorphologiques peu familières. Voici pour cette raison leur définition dans le contexte du KAMOBÉUL.

Les vasières (ou slikkes) forment la partie la plus basse de la plaine, régulièrement atteinte par les marées et naturellement occupée par la mangrove. Les schorres sont des terres légèrement plus hautes, rarement atteintes par les marées, les plus souvent nues ou couvertes d'une végétation herbacée halophyle ou acidophyle plus ou moins dense. Au Sénégal, ces schorres sont désignés par le terme de "tanne", ce qui veut dire "terre stérile" en oulof. Nota : Autrefois ce terme "tanne" désignait les terres comprises entre les mangroves et les zones rizicultivées. A la suite de la récente décennie d'années plutôt sèches, une grande partie des mangroves est morte transformant ainsi ces zones en des terres nues parfois herbues. L'aménagement en casiers et la riziculture sur ces terres basses - activités très répandues dans le Kamobeul-Bolon - ont provoqué le même type de changement. Ce terme recouvre de ce fait actuellement des situations très diverses, raison pour laquelle nous l'utiliserons le moins possible dans ce rapport.

2.2. - L'EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA VALLEE

Elle a probablement été la suivante :

1ère phase : Creusement de larges vallées profondes dans les formations du Continental Terminal. Ceci s'est produit lors d'une phase de regression marine importante que nous attribuons au Riss, c'est à dire au préouljien. D'après les quelques sondages réalisés dans la vallée, ce creusement aurait atteint la côte -5 à - 15 m, selon les endroits.

2ème phase : remblaiement de la vallée jusqu'à 2 à 5 m au-dessus de son zéro actuel. Les témoins de cette phase forment ce que nous appelons le "glacis-terrasse pléistocène" et VIEILLEFON "la terrasse supérieure". D'après ce dernier, ce remblaiement se serait produit lors de la transgression Incherienne, c'est-à-dire entre 31 000 et 35 000 ans B.P. Selon nous ce remblaiement est plus ancien. A la suite des récents travaux de BATTISTINI (1978) sur la côte malgache et en raison de similitudes avec ce que nous avons observé ailleurs en Afrique de l'Ouest, nous attribuons ce remblaiement à la transgression inter Riss-Würm (ou Eemien), c'est-à-dire contemporaine au "bas-glacis" de MICHEL. Le remblaiement au cours de cette phase a selon nous été essentiellement sableux et plutôt du type épandage que fluvio-marin (sauf près de la confluence du KAMOBÉUL avec la Casamance).

3ème phase : Recreusement de la vallée. Cette deuxième phase de creusement s'est produite lors de la régression préflandrienne, entre 30 000 et 15 000 ans B.P. L'abaissement du niveau de la mer étant de nouveau très important, une grande partie des matériaux déposés lors de la phase précédente a été évacuée.

4ème phase : Nouveau remblaiement de la vallée jusqu'à une côte légèrement supérieure aux plus hautes marées actuelles. Cette phase correspond à la transgression flandrienne qui se termine avec le Dunkerquien. Les matériaux déposés sont des vases très argileuses et plus rarement des sables d'origine fluvio-marine.

Une grande partie de ce que nous avons appelé "terrasses subactuelles" et le fond des principaux vallons affluents témoignent de cette phase.

5ème phase ou phase post-dunkerquienne : Elle est marquée par un niveau marin légèrement inférieur à celui atteint à la fin de la phase précédente. Sous l'effet du déplacement des chenaux de marée, une grande partie des dépôts de

cette dernière phase a été remaniée pour former ces vasières et schorres qui caractérisent la plaine fluvio-marine actuelle. Dans les vallons affluents, ce changement de niveau marin a provoqué le long des axes d'écoulement, le dépôt de matériaux plus récents dont la texture reflète l'importance de l'influence marine (sableuse en son absence, argileuse en sa présence).

Toute la partie basse de la zone d'étude, c'est-à-dire les deux grandes unités "plaine de remblaiement du Kamobeul-Bolon" et "remblaiement des vallons affluents" du paragraphe précédent, appartient à ces deux dernières phases.

2.3. - LA MORPHODYNAMIQUE ACTUELLE

Sur le plan morphodynamique, la zone d'étude doit actuellement être considérée comme "stable". Les phénomènes d'érosion ou d'agrégation sont en effet si peu perceptibles ou si limités dans l'espace que la plaine apparaît comme figée. Le cours de bolons par exemple. Aucune modification notable n'est intervenue dans leur tracé depuis 1954, date de la prise des photos aériennes qui ont servi à l'établissement des cartes IGN au 1/50 000ème. Les changements observés se limitent en effet à un déplacement de quelques mètres, d'ailleurs peu fréquent. Cette stabilité du réseau de chenaux de marée nous a ainsi permis d'utiliser les cartes IGN comme fond pour les nôtres.

Nos autres observations vont dans le même sens :

- le réseau de fosses creusées dans les années 60 par ILACO est encore bien apparent. Dans toutes les zones d'anciennes rizières sur mangrove, les billons sont encore bien visibles. L'alluvionnement est donc très lent.
- en zone de vasières, les bolons sont toujours bordés de franges de palétuviers. Elles existent habituellement aussi lorsque le bolon longe des schorres nus. Il n'y a donc guère affouillement des berges, et comme déjà signalé, changement dans le cours des bolons.
- tous les axes d'écoulement des vallons affluents sont enherbés. Alluvionnement et érosion y sont donc minimes.
- il n'y a pas d'érosion dans les rizières ni dans les jachères et rizières abandonnées.

Les seules manifestations morphodynamiques observées sont :

- 1°) des accumulations éoliennes sous forme de lunettes et de voiles*

* Lunettes : petites dunes hautes de quelques décimètres, parfois d'un à deux mètres.

voiles : formes très plates, hautes de quelques centimètres

Elles sont rencontrées uniquement sur les terres salées, peu occupées par la végétation, non atteintes par les marées en saison sèche. La raison en est très simple : la vitesse des vents étant dans cette région bien faible, seule la moquette salée est suffisamment légère pour être entraînée. Dès que ce transport rencontre un obstacle (diguette, secteurs végétalisés), le mélange sel-sable ou sel-argile est déposé. Ceci se fait surtout face au vent et du fait que ce dernier vient en saison sèche du secteur NE, surtout en bordure SW de ces zones salées.

Les lunettes sont habituellement sableuses. Les plus grandes sont relativement anciennes, les petites sont par contre très récentes car formées lors de la récente décennie sèche. Lorsqu'elles sont sableuses, elles se déssalent aisément puis sont colonisées par la végétation. Ceci se fait beaucoup plus lentement sur les lunettes argileuses.

Les voiles sont essentiellement argileux et toujours salés. On ne peut les observer d'ailleurs que lorsqu'ils sont récents, c'est-à-dire formés au cours de la saison sèche. Ces voiles poudreux disparaissent en effet en hivernage sous l'effet de la pluie.

Lorsque ces voiles se forment pendant plusieurs années consécutives au même endroit, ils élèvent progressivement le niveau du sol. Ceci se produit en deux situations : le long de diguettes (cas le plus fréquent) et dans les parties herbues des zones salées.

2°) L'érosion pluvio-marine à entailles en rigoles et enlèvement de la partie supérieure des sols. Elle se produit au contact shore nu-rizières salées abandonnées et shore nu-bolon et est due à une combinaison très particulière de circonstances édaphiques.

Dans le premier cas l'érosion résulte du re-salage des terres, suite à l'absence d'entretien des diguettes qui les protégeaient contre les hautes marées d'hivernage. Ce re-salage provoque en effet la dispersion (ou autrement dit la perte de cohésion) de l'horizon de surface, ce qui permet aux eaux de ruissellement et à marée haute, aux clapotis des vagues, d'entraîner la partie supérieure du sol.

Dans le deuxième cas, le mécanisme est légèrement différent. Ici c'est le dessalage sous l'effet des pluies qui fait que le sol superficiel perd sa cohésion. L'érosion proprement dite se produit lorsqu'une bonne averse tombe au moment où la marée est basse.

Le deuxième type d'érosion est très peu répandu. Nous ne l'avons observé que très rarement. Les actions éoliennes sont plus fréquentes mais n'ont pas de grande importance pratique.

Cette grande stabilité actuelle de la vallée est la conséquence de plusieurs faits dont les plus importants sont :

- l'absence de pente notable. Tout est presque plat, sauf les glacis-versants de raccordement dont la pente peut atteindre 2 %,
- la faible vitesse du courant dans les bolons (≤ 1 m/sec.), due au faible marnage
- la pratique de la riziculture en petits casiers.

2.4. - LA MORPHODYNAMIQUE POTENTIELLE : DANGERS D'EROSION

Bien qu'il n'y ait actuellement pas d'érosion, les risques existent. Tout aménagement ou modernisation de l'agriculture modifie en effet très souvent les conditions existantes et peut donc rompre le présent équilibre, surtout lorsqu'il est fragile.

Trois unités morphopédologiques présentent un risque d'érosion assez important : les vasières, les glacis-versants de raccordement et les versants de ces basses collines qui entourent la vallée.

Les points faibles des vasières sont les berges des bolons. Pour éviter qu'elles s'érodent deux précautions devront être prises :

- y maintenir la frange de palétuviers existante. Leurs racines assurent en effet la cohésion du matériau qui sans elles serait souvent fluide,
- défendre que les bolons soient empruntés par des bateaux à moteur puissants et rapides. Les vagues qu'elles provoquent affouilleraient les berges.

Sur les glacis-versants de raccordement, l'érosion risque d'apparaître en cas de cultures en grandes parcelles. Le matériau superficiel est en effet fragile (surtout lorsqu'il est peu humifère) et se lite et se glace donc aisément.

Si elle est un peu longue, une faible pente suffit dans ce cas à faire déclencher avec les premières grandes averses, un ruissellement important qui comme cela s'est passé ailleurs au Sénégal, peut avoir des conséquences désastreuses (exemple : cuvette de Pilidar)⁽¹⁾. L'aménagement en petits casiers évite actuellement très efficacement ce processus. Il peut être évité dans un système rizicole plus moderne par le planage des parcelles ou la création de bandes d'arrêt.

(1) unité expérimentale de THYSSE-KAYOMORT, SINE-SALOUM

Le problème sur les versants des interfluves est similaire à celui sur les glacis-versants de raccordement, avec une différence : la pente est régulièrement assez importante. Dans la mesure du possible, il est donc très souhaitable de ne pas les utiliser pour des cultures annuelles et de les réserver à l'exploitation forestière, aux palmeraies, etc ...

3 - CLIMAT

3.1. - CARACTERISTIQUES GENERALES

Le climat de la région du KAMOBÉUL-BOLON est du type "tropical atténué" (PEGUY 1970) à deux saisons très contrastées :

- une saison sèche de Novembre à Mai,
- une saison de pluies de Juin à Octobre.

Les précipitations annuelles moyennes (sur une longue période) sont d'environ 1550 mm à Ziguinchor et atteignent 1700 mm dans l'extrême Sud du bassin.

Toute cette eau, à part quelques millimètres, tombe pendant l'hivernage, plus de 80 % dans les seuls mois de Juillet - Août et Septembre.

L'évaporation journalière (Bac A) est comprise entre 3,3 et 4,0 mm entre Août et Décembre, puis monte au cours de la deuxième partie de la saison sèche pour atteindre 7,0 à 7,4 mm en Avril-Mai.

La température maximale journalière (T max.) varie au cours de l'année de la même manière que l'évaporation. Elle est plus élevée en Mars-Avril (37°C) et atteint ses valeurs les plus faibles d'abord en Août (30,6°C), puis en Décembre (32°C). Pour ce qui concerne la température journalière minimale (T min.), les données sont tout à fait différentes : elle est plus élevée au cours de l'hivernage (23,1 à 23,5°C) et plus basse en Janvier (14°9).

3.2. - LE REGIME DES PRECIPITATIONS

En raison de leurs répercussions sur le plan pratique, trois aspects de ce régime seront brièvement abordés, à savoir : l'intensité des pluies, leur répartition au cours de la saison pluvieuse et leur variabilité interannuelle.

. l'intensité des pluies

Elle n'est pas très importante. D'après une étude réalisée par l'ILACO sur le polder de Médina, il apparaît en effet que :

- plus de 75% des jours de pluie, il tombe moins de 30 mm,
- les jours très arrosés, à $P > 45$ mm, sont peu nombreux (10 %)
- l'intensité maximale des averses supérieure à 30 mm/j, dépasse rarement 40 mm/h.

PRECIPITATIONS ET EVAPORATION

a)

	Mai	Juin	Jlt.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pluviométrie :									
1931 - 1960 Ziguinchor (1)	11	125	362	532	361	146	8	1	1547
1970 - 1978 Djibelor (3)	4	69	293	471	258	87	12	2	1196
Evaporation : Bac A									
1974 - 1978 Djibelor (4)	222	167	119	104	113	123	118	108	1785
- 1978 ^x (2)	217	137	108	102	109	123	-	-	
Bilan hydrique : (P - A)									
1 - 2	-206	-12	+254	+430	+252	23	-110	-107	
3 - 4	-218	-98	+174	+367	+145	-36	-106	-106	

Année à P = 1478 mm, proche de la "moyenne"

SALINITE ET DUREE DES ECOULEMENTS DOUX

dans le BOLON de NIIASSA, à MEDINA
entre 1965 et 1971

b)

Année	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Précipitations	1758	1334	2194	990	1497	1328	1030	
Salinité min. (mhos)	1	2	2	7	5	5	7	
" max. "		50	56	53	56	53	53	67
Nbre. de mois à EC ≤ 5 mho	3	2	4	-	1,5	1	0	

Sources : Rapport ILACO 1967 et GORA BEYE 1975.

HAUTEUR DES MAREES A MEDINA

(Niveau moyen des marées hautes en mètres + MPP)

c)

Saison	1965-1967	1968-1969	Différence
Sèche	1,45	1,40	- 0,05
de pluies	1,60	1,50	- 0,10

Sources : rapport ILACO 1967 et IRAT/Sénégal 1969.

. Leur répartition au cours de la saison pluvieuse

Comme le montre le tableau 3 2 a, cette répartition est loin d'être homogène. Il arrive régulièrement, au moins une fois au cours de chaque hivernage, qu'il ne pleuve pas pendant 10 jours et plus ; ceci n'est pas visible dans ce tableau. Ces périodes "sèches" ne se produisent pas seulement, bien que cela soit fréquent, au début de la saison de pluies, mais également en Août et Septembre.

. Leur variabilité interannuelle

Elle est très notable, car des différences allant jusqu'à 40% des précipitations annuelles moyennes ont été enregistrées. Cette variabilité affecte tous les mois de la saison pluvieuse et particulièrement le début et la fin de celle-ci. Selon l'année, il y a donc entre 3 et 5 mois réellement humides. D'après une étude de l'ORSTOM citée par DANCETTE, dans plus de 80% d'années, la pluviométrie de juin à octobre compris, atteint ou dépasse 1200 mm dans notre zone d'étude. Depuis 1967, les écarts par rapport à la "normale" ont toujours été dans le sens de précipitations moindres et ont plusieurs fois été très importants. Ce même changement a d'ailleurs été observé partout en Afrique Intertropicale ; il correspond à ce que nous appelons une "succession d'années plutôt sèches". D'après nos enquêtes, ceci s'est déjà produit dans le passé, et il existe aussi le contraire, c'est à dire des "successions d'années plutôt humides".

3.3. - CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT MORPHOLOGIQUE ET L'AGRICULTURE

Elles sont multiples ; nous présenterons les plus importantes par donnée climatique :

1'excédent hydrique en hivernage (cf. tableau 3 2 b)

Il s'élève à environ 950 mm au cours d'une année normale et à près de 700 mm pendant des années modérément sèches. En raison de la platitude et de la nature particulière de la vallée, cet important excédent entraîne :

- une élévation notable^x de la nappe phréatique dans les zones non périodiquement atteintes par les marées. Très souvent elle devient même affleurante en fin d'hivernage.

^x S'il n'y avait pas d'écoulement de cette nappe pendant cette période, cet excédent hydrique provoquerait dans les sols sableux une remontée respective de 3,8 m (pour 950 mm) et de 2,8 m (pour 700 mm).

- l'inondation des zones axiales des vallons affluents,
- le dessalage des bolons, particulièrement ceux situés en aval des vallons affluents (cf 3.2.b).
- le dessalement de la partie supérieure des sols des schorres et dans une moindre mesure, car principalement là où les bolons deviennent doux, ceux des vasières.

Sur le plan agronomique, cet important excédent hydrique permet, dans de vastes parties de la vallée, la traditionnelle pratique de la riziculture aquatique. Il permet également d'entrevoir l'introduction d'autres types de riziculture (de nappe et pluviale) et la mise en valeur de larges zones jusqu'à présent non ou peu utilisées à cet effet (terres hautes et terres des tannes et des mangroves).

Le déficit hydrique en saison sèche

Il est très important car il n'y a pas de précipitations et l'évaporation croît progressivement au cours de cette saison de 3 à 7 mm/jour.

Sur le plan hydrologique et salinité des eaux et sols, on observe par conséquent le contraire de ce qui se passe en hivernage (cf. ci-dessus). Sur le plan agricole, ce déficit implique :

- la nécessité d'une irrigation totale pour toute culture qui démarrerait après la fin des pluies,
- de faire en sorte que l'essentiel de la phase végétative de la culture d'hivernage soit terminée avant l'arrêt des pluies.

La variabilité interannuelle des pluies

Elle provoque une variation d'importance des effets des excédents hydriques saisonniers (cf. ci-dessus), d'une année à l'autre et une pratique de la riziculture traditionnelle dans les zones les plus sûres. (cf. chapitre 5).

Plusieurs voies existent pour pallier en grande partie au risque d'échec :

- la réalisation d'aménagements pour une meilleure maîtrise de l'eau et de la salinité,
- l'introduction de la riziculture à nappe et même la "pluviale" pure^x dans les zones à engorgement tardif ou nul,

^x Cette culture ne consomme que 4 à 500 mm d'eau (DANCETTE 1979), c'est-à-dire à peine un tiers de ce qui tombe 4 années sur 5.

L'introduction de variétés dont la longueur de cycle est la plus adaptée à la longueur utile de la saison de pluies et dont le semis et le repiquage sont réalisés à l'époque où cela est le plus indiqué.

Les deux premières voies exigent une bonne connaissance hydrologique du bassin, la troisième demande la réalisation d'une étude fréquentielle des pluies.

Il est à noter que les conséquences des excédents hydriques saisonniers sur la nappe, l'écoulement des bolons etc... ne se limitent pas à l'année pendant lesquels ils se produisent. Ils ont aussi un effet lors des hivernages suivants. Le dessalage d'un sol est par exemple plus rapide si l'année précédente la saison des pluies était bien humide au lieu d'être plutôt sèche. Il en est de même pour la date à laquelle commencent les écoulements dans les vallons et affluents et celle où les eaux du bolon deviennent douces.

Les petites "périodes sèches"

Leur existence présente un risque considérable pour la riziculture surtout si les sols sont salés. Il conviendra d'étudier leur fréquence et leur importance, puis d'adapter en conséquence les plans d'aménagement, les techniques de culture et le choix variétal.

Le régime thermique

Il est très favorable à la riziculture, sauf aux mois de janvier et février. La température minimale descend au cours de ces mois en effet au dessous de 16°C, ce qui peut poser des problèmes lors de la phase reproductive du riz. Avec les variétés indica, des problèmes peuvent déjà apparaître avec des températures inférieures à 18°, c'est à dire de décembre à mars.

3.4. - LES CONSEQUENCES DE LA RECENTE DECENNIE PLUTOT SECHE.

Elle a eu des conséquences considérables sur l'hydrologie, la végétation naturelle, la riziculture et les sols du bassin, particulièrement dans sa partie maritime.

L'hydrologie : L'excédent pluviométrique annuel en hivernage assure l'inondation des parties centrales des vallons affluents, la recharge annuelle de la nappe des zones hautes et le dessalement saisonnier d'une grande partie du réseau de bolons. La diminution des précipitations au cours des dernières années a considérablement réduit ces phénomènes car les apports ont diminué de près de 40% en moyenne entre 1970 et 1978 et jusqu'à 75%^x au cours d'années très sèches. A part les effets directs déjà mentionnés, cette diminution des précipitations a également provoqué :

- un tarissement plus rapide des apports souterrains d'eau douce vers les bolons en période sèche,

La riziculture : Toute celle sur "mangrove" et une grande partie sur "schorre" a été abandonnée ; la première puisque les bolons ne devenaient plus ou trop tardivement doux (cf. tableau 3 2b), la deuxième du fait que les sols ne se dessalaient pas et même se ressalaient.

Une grande partie des rizières douces a été également abandonnée et ceci en raison de l'insuffisance de la remontée saisonnière de la nappe.

La végétation naturelle : Les effets dans la partie maritime du bassin ont été les suivants :

- sur près des 2/3 de la surface antérieurement occupée par des palétuviers, ceux-ci ont disparu et laissent la terre nue, avec ici et là des troncs d'*Avicennia* morts,
- presque toutes les (rares) prairies herbeuses inondables aux grandes marées ou aux marées de vives eaux importantes, ont été transformées en aires nues

x Les éléments utilisés pour le calcul de ces pourcentages ont été les suivants :

P : en année normale : 1500 mm
 : moyenne des dernières années : 1200 mm
 : année très sèche

Besoins annuels en eau : - zone forestière : 850 mm
 - zone rizicultivée : 450 mm

Surface - zone forestière : 30.000 ha
 - zone rizicultivée : 13.350 ha

- une partie des "tannes herbus exondés" sont devenus des tannes vifs
Ces palétuviers occupaient il y a 10 ans près de 9000 ha. Actuellement on les rencontre essentiellement en bordure des bolons où ils forment une frange souvent fort réduite. C'est exclusivement près de l'embouchure du Kamobeul-Bolon et le long de ses principales branches dans ce secteur que ces palétuviers occupent encore de vastes étendues ou des franges très larges.

Il est par conséquent évident que *la disparition de la mangrove est essentiellement due à la baisse du niveau atteint par les marées hautes* lors de la récente décennie. Les zones où ces mangroves ont été le mieux conservées correspondent en effet précisément à celles où déjà avant la récente décennie, l'influence des apports en eau douce d'hivernage était non seulement peu importante pour ce qui concerne la salinité des bolons, mais également pour ce qui concerne la hauteur des marées.

Ces palétuviers ont également disparu, et cela même dans la zone naturellement peu affectée dans les aménagements de protection ou de casiers de pêche. La disparition des palétuviers et des prairies herbeuses doit pour cette raison être attribuée aux deux effets suivants induits par ce changement hydrologique : l'augmentation de la salinité et l'acidification des sols. Le premier a dû être la cause de la disparition des *Rhizophora mangle*, ces palétuviers de taille réduite à racines échasses. Le second, éventuellement en combinaison avec le premier, a dû provoquer la disparition de cet autre palétuvier si répandu, *l'Avicennia nitida*, ainsi que celle des prairies herbeuses. C'est la très grande platitude de la partie maritime de la vallée qui explique pourquoi une baisse si faible des marées hautes a eu des conséquences si étendues.

Les sols : L'allongement de la saison sèche, la diminution des précipitations et la baisse des marées hautes ont eu deux séries de conséquences :

La première a été la salinisation des sols. Bien que parfois spectaculaire, ce phénomène est peu grave pour les sols car il disparaît dès qu'il pleut normalement.

Le deuxième effet était "l'évolution" des sols. Ce changement souvent désigné sous le terme "sulfatation" ou "acidification" intéressait en fait plusieurs caractères du sol et a été d'une importance très variable selon les endroits. Nous y reviendrons dans le chapitre consacré aux sols.

Si sur le plan agricole et de la végétation ces changements ont été désastreux, ils ont par contre été *très bénéfiques pour leur utilisation rizicole future.*

En effet ces changements ont provoqué :

- une baisse importante de leur taux en soufre, source de tout ennui pour la riziculture,
- une maturation du matériau, améliorant ainsi sa portance,
- la disparition des *Rhizophora*, plante responsable de l'accumulation du soufre dans les sols.

4 - HYDROLOGIE

Le régime hydrologique et la qualité des eaux forment les principaux critères que nous avons utilisés pour l'établissement de nos cartes. Ces deux données régissent en effet très largement les caractères des sols et leurs possibilités rizicoles.

Par commodité, nous présenterons séparément le régime hydrologique des deux domaines en lesquels peut être divisé le bassin.

4.1. - LE DOMAINE CONTINENTAL

Il forme la partie haute du bassin, caractérisée par une nappe douce permanente, et concerne les ensembles suivants : les interfluves sur Continental Terminal, le glacis - terrasse pléistocène, les vallons affluents et les glacis-versants de raccordement. Il occupe près des 2/3 du bassin et 1/3 de la zone étudiée du point de vue pédologique.

Comme nous l'avons déjà vu précédemment, la profondeur de la nappe varie au cours de l'année et même d'une année à l'autre, en fonction des précipitations. Dans de larges parties, cette nappe devient régulièrement affleurante en hivernage ; ailleurs ceci se produit moins souvent ou même pas du tout. De l'autre côté, il existe également des zones basses qui s'inondent au cours de cette saison.

La réussite de la riziculture aquatique et de nappe étant avant tout déterminée par l'importance de ce phénomène de remontée phréatique ou d'inondation, ces deux critères ont été à la base des unités distinguées à l'intérieur du domaine continental.

4.2. - LE DOMAINE MARIN

Deux tiers de la zone étudiée font partie de ce domaine caractérisé par la présence :

- d'un réseau dense de bolons, en communication directe avec la mer,
- des terres salées régulièrement atteintes par les marées ou à nappe salée ou saumâtre.

A ce domaine appartiennent en premier lieu les vasières et les schorres ainsi que les terrasses subactuelles et la partie inférieure des glacis-versants de raccordement lorsqu'elles côtoient les premiers.

Les distinctions faites au sein de ce domaine, ont comme pour le domaine continental, été avant tout basées sur le régime hydrologique. Ceci a été fait de la manière suivante :

- terrasses subactuelles et schorres végétalisés : nappe plus ou moins salée, profonde en saison sèche, affleurante en hivernage. Pas d'inondation salée en saison sèche ; possibilité de submersion saumâtre, essentiellement d'origine pluviale en hivernage sur les schorres.
- schorres nus : nappe très salée (jusqu'à 2, 3 fois la salinité de l'eau de mer), assez profonde en saison sèche ; submersion prolongée ou fréquente par des eaux salées ou saumâtres en hivernage, mais rare en saison sèche.
- vasières peu influencées par les marées : nappe très salée (jusqu'au double de la salinité de l'eau de mer) et à faible profondeur en saison sèche ; inondation ou engorgement total par des eaux salées lors des marées de vives eaux en saison sèche ; submersion ou engorgement total quasi permanent en hivernage.
- vasières fortement influencées par les marées : engorgement permanent et total par une nappe salée ; submersion bi-journalière à presque toutes les marées hautes si la vasière était autrefois exploitée, moins fréquente dans le cas contraire.

Ces distinctions reflètent avant tout l'influence des marées, c'est-à-dire le plus souvent la "hauteur" du sol par rapport au niveau atteint par les marées hautes.

Ce dernier niveau change comme en tout domaine marin, en permanence tout au long de l'année car il y a des marées de mortes eaux, de vives eaux et de grandes marées. La dernière unité correspond en gros au niveau atteint par les marées hautes en mortes eaux, l'avant dernier à celui des vives eaux normales et la deuxième à celui des grandes marées. Ces dernières marées se produisent en hivernage, surtout en Août-Septembre.

La salinité des bolons varie au cours de l'année. Elle est plus élevée au tout début de l'hivernage, décroît ensuite très rapidement, puis remonte progressivement pendant la saison sèche (cf. tableau 4 2).

Son maximum est toujours supérieur à la salinité de l'eau de mer. Cette variation cyclique de la salinité des bolons s'explique par :

- la baisse en hivernage : les apports d'eau douce directs et indirects (c'est à dire les pluies qui tombent sur le domaine marin et les eaux de ruissellement

Tableau : 4 2

SALINITE DES BOLONS

en mmhos

Date	Pont de Djibonker	Pont de Nyassa	Pont de Niambalang
23.01.78	64	58	
02.78	73	73	
03.78	75	66	
15.04.78	119	112	
24.05.78	127	127	
07.06.78	137	137	
05.07.78	94	104	
05.08.78	2,0	25	
10.09.78	1,9	3,1	
08.10.78	4,6	7,6	
18.11.78	20	20	
17.12.78	26	26	36
26.01.79	40	39	46
02.79	61	66	
03.79	90	90	
04.79	110	110	
05.79	125	130	
06.79	62	63	
10.79	5,8	6,9	
27.01.80	43		
13.02.80	46	47	47

Note : Les données 1978 ont été communiquées par M. C. MARIUS - O.R.S.T.O.M.
 Les autres proviennent d'observations effectuées pendant les missions de terrain.

et d'écoulement souterrain venant du domaine Continental).

- la remontée en saison sèche : l'absence de pluies, la diminution progressive puis l'arrêt des écoulements souterrains et superficiels venant du domaine continental ; l'évaporation des terres salées, inondées par les marées de faible coefficient.
- la pointe aux premières pluies : les apports d'eau de ruissellement venant des schorres et autres terres, qui se sont salées au cours de la saison sèche.

L'importance de la variation saisonnière n'est pas identique partout : elle est grande au débouché des gros vallons affluents comme la vallée de la Niassa ; elle est nettement plus faible dans les zones éloignées du domaine continental comme l'aval du bolon du KAMOBÉUL et ses principaux bras dans cette zone. Ceci explique les raisons pour lesquelles l'essentiel de la riziculture traditionnelle sur mangrove a été faite autrefois dans ces premières zones et que les nouveaux programmes de développement rizicole doivent de préférence y être réalisés.

Dans un aménagement rizicole sans système d'exhaure en milieu fluvio-marin ou marin, l'importance du marnage conditionne le type, les possibilités et le volume de travaux de mise en valeur. Dans la vallée du KAMOBÉUL-BOLON, le marnage est assez réduit, car compris entre moins de 1,70 m dans sa partie aval et moins d'un mètre dans ses zones amont. Ceci est le marnage maximal. En hivernage, c'est à dire pendant la saison de culture, la situation est plus défavorable. Les précipitations et les écoulements doux venant des terres hautes font que non seulement le niveau moyen des marées monte, mais aussi que le marnage moyen pendant cette période diminue. Ces changements sont pour des raisons évidentes, plus nets dans les zones amont, c'est à dire là où en saison sèche le marnage était déjà très réduit. Ainsi à Médina, le marnage moyen en hivernage n'est plus que de 30 à 40 cm au lieu de 60 cm lors de la saison sèche (d'après ILACO 1967).

Un dernier aspect important de l'hydrologie de la région d'études est l'absence de limite nette entre le bassin versant du KAMOBÉUL et les bassins adjacents. Il y a en effet, en deux endroits, communication directe pouvant être empruntée par des pirogues, avec des bassins voisins. Ces deux endroits sont :

la zone au Sud de Youtou (où il y a communication avec le Rio Cacheu) et la zone autour de Seleki (où il y a plusieurs endroits de communication avec la Casamance).

4.3. - REMARQUES COMPLEMENTAIRES

Il existe actuellement très peu de données quantitatives sur les inondations et la remontée saisonnière de la nappe dans le bassin du KAMOBÉUL. Pour l'établissement de ce rapport et des cartes qui l'accompagnent, nous nous sommes par conséquent basés pour cet aspect, sur les observations pédologiques ainsi que les enquêtes auprès des paysans et nos collègues ayant séjourné dans cette région, en hivernage.

L'aménagement modifie le régime hydrologique naturel. L'importance du changement ainsi introduit dépend du type d'aménagement et de la qualité de son entretien. Durée des inondations, importance de la remontée de la nappe, etc..., dépendent aussi de la pluviométrie de l'année. Pour toutes ces raisons nous avons précisé sur nos cartes le régime hydrologique pour des années normales et cela en l'absence d'aménagements.

Entre le domaine continental et le domaine marin existe une zone de transition. Elle est peu importante en surface et pour cette raison nous ne l'examinerons pas ici.

5 - MATERIAUX

La vallée du KAMOBÉUL a été remblayée par deux types de matériaux : des alluvions fluviomarines, déposées en milieu salé ou saumâtre et des dépôts continentaux, mis en place par des eaux douces.

Les premiers sont de loin les plus répandus car ils occupent près des deux tiers de la zone cartographiée. Ils forment ce grand ensemble de vasières, schorres et terrasses subactuelles appelé "plaine de remblaiement du KAMOBÉUL" sur nos cartes.

Les dépôts continentaux constituent l'essentiel du glacis terrasse pléistocène, des glacis-versants de raccordement et du remblaiement des vallons affluents. Certaines parties des ensembles sont en effet d'origine plutôt fluviomarines tels la terrasse de Djiromait, le pied du glacis-versant de raccordement lorsqu'il jouxte des vasières et schorres ainsi que le remblaiement axial des grands vallons affluents.

5.1. LES DÉPÔTS CONTINENTAUX

Ils sont formés de colluvions et d'épandages, accessoirement d'alluvions qui dérivent des interfluves dominant la vallée. Ces interfluves étant constitués de formations gréso-argileuses à altération et pédogenèse ferrugineuses, les dépôts qui en proviennent sont principalement sableux, chimiquement pauvres et leur fraction argileuse surtout constituée de quartz et de kaolinite. A la différence des dépôts fluviomarins, ils ne sont jamais salés, sans pyrite, pauvres en matières organiques et toujours physiquement "matures".

Ces matériaux contiennent peu de limon et entre 5 et 25% d'argile. La fraction fine est habituellement très faible, inférieure à 10-15% dans les colluvions et alluvions, mais comprise entre 15 et 20% sur le glacis-terrasse pléistocène et les glacis-versants qui les jouxtent. La perméabilité est par conséquent généralement importante, parfois même excessive.

Très souvent la teneur en argile des horizons superficiels est plus faible que dans les niveaux sous-jacents. Le lessivage oblique ou vertical et éventuellement la ferrolyse^x de la fraction fine doivent en être la cause.

x Processus en milieu hydromorphe provoquant la destruction et l'élimination des fractions fines.

En raison des caractères précités et des conditions climatiques et hydrologiques prévalentes, les sols développés sur les dépôts continentaux appartiennent soit aux sols hydromorphes (les plus répandus), soit aux sols ferrugineux.

5.2. LES DEPOTS FLUVIO-MARINS

Sur le plan pédologique et agronomique, les dépôts fluvio-marins forment un matériau très particulier. *Leurs caractères morphologiques et chimiques dépendent en effet étroitement de leur position topographique dans le paysage (vasière, schorre, terrasse subactuelle cf. 5.2.1.) et dans les zones aménagées du régime hydrologique résultant de l'intervention humaine.* Qui plus est, le changement dans les caractères peut aller très vite et il est même possible qu'il y ait retour progressif aux caractères primitifs après l'abandon de l'aménagement.

5.2.1. Les caractères particuliers des vasières

Les dépôts fluvio-marins récents sous mangrove, non aménagés, consistent en des matériaux très salés, riches en pyrite et matière organique. Ils sont régulièrement tourbeux en surface et leur consistance est très faible, molle, voire fluide. A l'état frais, leur pH est voisin de la neutralité. La forte salure provient de l'influence marine ; la forte teneur en matière organique et pyrite est due à la colonisation (actuelle ou antérieure) des *Rhizophora* ; la faible consistance des vases argileuses est la conséquence de leur mise en place dans un milieu calme, engorgé en permanence.

Le caractère le plus marquant est leur richesse en pyrite, en sulfure de fer dont la présence limite fortement les possibilités agricoles en raison de l'acidité et des toxicités qu'elle peut provoquer. Son taux peut atteindre 10 % et est toujours nettement plus élevé dans les alluvions argileuses que dans les dépôts sableux. A proximité des vallons affluents, sa teneur diminue sans doute en raison de l'importance des écoulements saisonniers d'eau douce. L'essentiel de cette pyrite est d'origine microbienne car elle provient de la réduction des sulfates de l'eau de mer en milieu *anaérobie* sous l'influence

de bactéries sulfato-réductrices. Ceci se produit au niveau des racines de *Rhizophora* où elle forme des grappes microscopiques. Cette pyrite persiste sous *Avicennia* et tanne mouillé herbu.

5.2.2. L'évolution des vases

Tant que les vases restent en permanence engorgées, elle n'évoluent guère c'est la raison pour laquelle les différences entre les sols sous *Rhizophora* *Avicennia* et prairie herbeuse aquatique (cf. 5.2.1.) sont faibles. Dès que les conditions hydrologiques changent, ce matériau perd ses caractères primitifs et évolue d'abord en un matériau salé et acidifié à sols sulfatés acides et peut à terme devenir un matériau dessalé et désacidifié à caractères voisins des dépôts continentaux.

Sous les conditions naturelles, cette évolution se produit lorsque par poursuite de l'alluvionnement la vasière devient un schorre et lorsque par abaissement du niveau marin, la vasière ou le schorre devient une terrasse. Elle se produit également en cas d'aménagement en casiers et peut dans ce cas être très rapide.

Trois facteurs interviennent dans cette évolution :

- la mise à sec
- l'inondation par des eaux salées
- l'infiltration par des eaux douces.

a- La mise à sec

Passagers ou saisonniers, ses effets sont de loin les plus importants. Sans elle, aucune évolution n'est d'ailleurs possible à part le dessalage.

- La pyrite : Elle est oxydée provoquant une acidification du matériau.

Sous conditions acides, elle se transforme en jarosite, un sulfate basique de fer. Dans des conditions particulières, peuvent apparaître du gypse et de l'aluminium. Dans le sol, cette oxydation se manifeste par l'apparition de taches jaune-ocre globuleuses en trainées verticales le long et dans les vides d'anciennes racines de *Rhizophora*. Si l'acidification est importante toute végétation disparaît et nous avons à faire à des sols sulfatés acides.

L'oxydation de la pyrite peut se produire dans une vase très molle. En effet, il suffit que sa partie supérieure soit sèche pour que grâce aux larges vides d'anciennes racines de *Rhizophora* et d'*Avicennia* et de trous de crabes, l'air s'engouffre dans le sol et oxyde les grappes de pyrite. Ce phénomène est très usuel dans les aménagements en casiers (cf. 5.2.2.) et les tannes vifs. Nous ne l'avons par contre jamais observé dans les aménagements ILACO lorsque le réseau de fossés était en communication avec le bolon et compensait ainsi efficacement les pertes par évaporation.

L'oxydation de la pyrite s'accompagne presque toujours dans le KAMOBÉUL, d'une diminution souvent très importante du taux en soufre. Ceci est très intéressant sur le plan de la mise en valeur des sols car les risques d'une nouvelle acidification, plus lente certes mais tout aussi nuisible lors de l'oxydation ultérieure de la jarosite, sont ainsi nettement plus réduits.

L'oxydation de la jarosite libère des hydroxydes de fer. Ceci provoque l'apparition de taches rougeâtres sur les faces des agrégats et dans les vides et s'accompagne d'une nette amélioration de la stabilité structurale. Grâce à ce phénomène, la perméabilité de ces dépôts vaseux peut être très correcte après leur maturation.

- La matière organique : son taux baisse de manière brutale et importante après quelques années de mise à sec saisonnière. Dans les vases oxydées à sols sulfatés acides, ce taux ne dépasse guère en effet 1% au lieu de 5 à 10% et il ne subsiste plus rien de l'horizon tourbeux superficiel si fréquent dans les vases non évoluées.

- La consistance et la structure : La mise à sec provoque une perte irréversible d'une partie de l'eau liée aux argiles et aux composés organiques. Ceci se traduit par le développement d'une structure fragmentaire et par l'amélioration de la portance des sols. Ce processus appelé maturation physique est exprimé

par la valeur n^x définie par PONS et SONNEVELD, valeur que nous avons précisée dans nos résultats d'analyses pour tous les sols non ou incomplètement matures. Sur les matériaux argileux, la maturation physique s'accompagne habituellement d'une nette diminution de la perméabilité, surtout lorsqu'elle est rapide. Elle peut s'améliorer par la suite sous l'effet de la colonisation du sol par des espèces à enracinement vigoureux et l'incorporation de matière organique.

b - L'inondation par les eaux salées

Après mise à sec et acidification des vases, un retour des venues d'eaux salées favorise la désacidification du matériau. Ceci se fait très lentement dans des conditions naturelles, mais s'accélère dans le cas d'un réseau de fossés favorisant la percolation. Le retour des eaux salées permet également de stopper l'acidification et constitue ainsi un moyen pour réaliser une maturation contrôlée des vases qui évite l'acidification excessive (pH frais inférieur à 4,5).

En cas d'abandon de l'aménagement les vases reviennent progressivement à leur état primitif avec quelques traces de leur évolution ancienne : matériau plus consistant, parfois taches rougeâtres et nodules verdâtres, etc ... Dans les zones basses, recolonisées par des *Rhizophora* ceci s'accompagne évidemment d'une nouvelle accumulation de pyrite.

c - L'infiltration par des eaux douces

Elle permet de dessaler le matériau et contribue à sa désacidification complétant ainsi sa transformation. Ce processus est très lent sans aménagement particulier. En effet, sur les schorres nus et salés, l'eau de pluie s'infiltré peu malgré la platitude. L'aménagement en casiers empêche

$$x \quad n = \frac{A - 0,2 Z}{L + 3H} \quad \text{avec :}$$

A = teneur en eau en %/sol séché
L = teneur en argile
H = teneur en matière organique
Z = 100 - L - H/fraction non colloïdale à faible rétention

interprétation des résultats

$n < 0,7$: : mature
 $0,7 \text{ à } 1,0$: presque mature
 $1,0 \text{ à } 1,4$: semi mature
 $1,4 \text{ à } 2,0$: peu mature
 $n > 2,0$: immature

le ruissellement et favorise donc ce processus. Il peut d'ailleurs être plus rapide lorsque au système de casiers est couplé un réseau de fossés, technique que nous n'avons observée qu'une fois.

Dans les vasières aménagées en casiers, le dessalage et la désacidification sont également lents en raison de leur position très basse favorisant les infiltrations salées par la nappe et le retour des eaux salées lors des grandes marées.

En bordure des schorres et surtout en bordure des terres hautes il y a eu pour cette raison des tentatives de désacidification et de dessalage définitif, d'ailleurs abandonnées lors de la récente décennie sèche.

Bien conduit, le dessalage des schorres permet de dessaler non seulement les sols mais également la partie supérieure de la nappe phréatique^x. Le risque d'échec des cultures par ressalinisation du sol après des hivernages à pluviométrie médiocre sont ainsi plus réduits.

5.2.3. Granulométrie et origine des dépôts

Les dépôts fluvio-marins du KAMOBÉUL consistent généralement en matériaux très argileux (à 60-70 % d'argile) ou sont au contraire très sableux^{xx} (à moins de 15 % d'argile). Les matériaux à texture intermédiaire n'ont été observés qu'à proximité des terres hautes toujours sableuses.

Les alluvions argileuses sont les plus répandues. Elles forment la quasi-totalité des vasières ainsi que des schorres et des terrasses sub-récentes situés à l'aval de la vallée. Les dépôts sont par contre le plus souvent sableux en bordure de la plaine et au débouché des vallons-affluents, notamment pour les schorres et les terrasses.

Les argiles proviennent, contrairement aux sables, en majeure partie des zones amont du bassin de la Casamance. Elles sont en effet beaucoup trop répandues pour pouvoir provenir des seuls interfluves de la vallée qui, comme nous l'avons vu, sont essentiellement constitués de matériaux plutôt sableux. Le fait qu'à marée montante une partie des eaux de la Casamance soit refoulée dans le KAMOBÉUL explique la provenance *allochtone* de ces argiles.

x Les précipitations excèdent en effet largement les besoins en eau d'une culture de riz (cf. chap. 2.3).

xx Parfois il arrive qu'un niveau de coquillages soit intercalé dans le matériau. Nous ne l'avons observé qu'une fois, près de Kaleane où il reposait sur du sable et était surmonté par de l'argile.

Dans le bassin versant du KAMOBÉUL, il n'y a pas de rivière et les courants dans les bolons sont assez faibles ($\leq 1\text{m/s}$). Les sables fluviomarins sont pour cette raison certainement des restes "remaniés" de dépôts continentaux plus anciens mis en place lors de phases érosives actives.

6 - VEGETATION ET UTILISATION DES SOLS

La Basse Casamance est habitée depuis fort longtemps par des populations se livrant principalement à l'agriculture et secondairement à la pêche et à l'élevage. Elles ont profondément modifié la végétation naturelle de la région, particulièrement dans la zone de transition entre le domaine continental et le domaine marin.

Le riz est la principale culture dans la zone cartographiée ; il est la seule culture pratiquée dans les aires à influence marine et dans les zones basses du domaine continental. Traditionnellement cette culture se fait sur des billons clôturés par des diguettes, tant dans les rizières dites salées que dans les rizières "douces". C'est une riziculture du type submergé avec repiquage.

6.1. LE DOMAINE CONTINENTAL

Il comprend deux ensembles majeurs : des zones élevées à nappe toujours profonde et des zones basses saisonnièrement inondées ou à nappe peu profonde en hivernage.

Le premier ensemble fut primitivement occupé par une forêt semi-humide de type guinéen septentrionale et des palmeraies d'*Elaeagnus guineensis*. A la suite de son exploitation par l'homme il se présente maintenant comme une zone de forêt secondaire avec des jachères parfois étendues et des aires de cultures réduites. Consacré à d'autres cultures que le riz, cet ensemble ne fait qu'accessoirement partie de la zone cartographiée.

Le deuxième ensemble a du être occupé par des savanes plus ou moins ligneuses, des palmeraies et des forêts ripicoles.⁽¹⁾ Actuellement il forme une zone à végétation ligneuse très clairsemée avec des jachères et des rizières. Il constitue ce qui est communément dénommé "domaine des rizières douces" appelées "moyennes" ou "basses" selon leur situation topographique et hydrologique.

La riziculture traditionnelle se fait, comme nous l'avons déjà mentionné, sur des billons clôturés par de petites diguettes sur lesquelles le riz est repiqué dès que la parcelle est inondée. Cette technique, et c'est son but,

(1) forêts sur des terres saisonnièrement inondées ou engorgées par les eaux douces.

empêche le ruissellement superficiel et favorise l'inondation de la parcelle, condition indispensable pour le riz submergé. Si elle est adaptée aux zones basses à nappe peu profonde en saison sèche ou à sols peu perméables, il n'en est pas de même en d'autres situations. La plupart des sols sont en effet filtrants et la nappe est assez profonde au début de l'hivernage. Il s'en suit que malgré ces diguettes, l'inondation de la parcelle se fait assez tardivement dans les rizières moyennes et très tard ou pas du tout dans les rizières hautes, notamment au cours des années sèches. La réussite des cultures dépend donc fortement sur ces dernières rizières, de l'abondance et de la répartition des précipitations.

Actuellement, les rizières hautes sont abandonnées et devenues des jachères herbeuses. La récente décennie sèche a certainement favorisé cet abandon car elle a provoqué une baisse généralisée de la nappe qui n'est plus affleurante en hivernage.

L'aménagement rizicole traditionnel ne comprend pas de système de drainage superficiel. Après de fortes averses, la submersion des zones basses et planes peut être donc importante et provoquer, certaines années, l'échec des cultures.

Le billonnage peut également être facteur d'échec des cultures. Sur les terres sableuses peu humifères à sable fin, il se produit en effet sous l'influence de la pluie un litage dans l'interbillon. Lors de la confection des nouveaux billons, ce litage n'est souvent pas détruit et les anciens billons sont déposés par retournement sur cette "croûte". A la fin de l'hivernage, ce niveau lité empêche les racines de suivre la descente de la nappe, provoquant ainsi un arrêt prématuré de la croissance du riz.

6.2. LE DOMAINE MARIN

6.2.1. La végétation naturelle et les effets de la récente décennie sèche

Le domaine marin est caractérisé par une remarquable zonation d'un nombre d'espèces réduites. Avant la récente décennie sèche, cette succession était la suivante (de la berge du bolon au centre des schorres) :

- 1è - une étroite bande à *Rhizophora racemosa* à longues racines-échasses pénétrant profondément la vase,

2è - une bande plus ou moins large à *Rhizophora mangle*, plus petite que la précédente, mais comme elle caractérisée par un système racinaire très profond à nombreuses radicelles rendant le sol fibreux,

3è - une bande à *Avicennia nitida* au tronc unique et à racines sub-superficielles et tapis de pneumatophores au niveau maximum des marées de vives eaux.

Vers l'intérieur, cette végétation dite de "mangrove" disparaît plus ou moins brutalement pour faire place à celle dite de "tanne" caractérisée par la succession suivante :

4è - une zone herbue souvent étroite à *Eléocharis mutata* ou *Sesuvium portulacastrum* avec quelques *Avicennia*, aussi appelée tanne mouillé

5è - une zone nue, souvent étendue, car salée en saison sèche et appelée "tanne vif"

6è - et en dernier lieu, une zone herbeuse rarement inondée, occupée de façon souvent discontinue par des plantes halophiles et acidophyles, appelée "tanne herbu".

La dernière formation caractérise les vieux schorres et constitue la transition au domaine non salé. Elle ne fait donc pas partie de la séquence mangrove-tanne^x dans les zones à sédiments exclusivement récents. Les grands tannes vifs sont parfois légèrement déprimés dans leur centre. Avant la récente décennie sèche, ces zones déprimées portaient une végétation herbue à base d'*Eléocharis mutata*.

x La séquence mangrove-tanne dans la vallée du KAMOBÉUL diffère sur plusieurs points de celle étudiée par VIEILLEFON (1977) dans le marigot de Bignona. Les différences les plus marquantes sont :

- dans la séquence de VIEILLEFON, limitées aux alluvions récentes, il n'y a pas de tanne herbu rarement inondé (unité 6 ci-dessus)
- dans la vallée du KAMOBÉUL, les tannes vifs ont très rarement une zone dépressionnaire dans leur centre.

Comme l'illustre la figure 3, cette zonation est étroitement liée au régime des submersions. Elle reflète également la différenciation des sols au sein du domaine marin.

La sécheresse de la dernière décennie a détruit en grande partie la végétation. Dans les zones de tannes, elle a amené une extention des tannes vifs aux dépens surtout des tannes mouillés et des tannes herbues (unités 4 et 6 ci-dessus). Dans la mangrove elle a surtout affecté le peuplement d'*Avicennia* ainsi que la frange intérieure des *Rhizophora mangle*.

Ces destructions de la mangrove sont les plus importantes dans les endroits aménagés en grands casiers, ainsi que dans les zones éloignées des grands bolons. Actuellement, peu à peu ces aires nues reprennent vie : tapis de *Eleocharis mutata* ou jeunes *Rhizophora* et *Avicennia* sur les sols de mangrove, *Eleocharis cararribea*, *Seirpus maritimus*, etc ... sur les tannes autrefois colonisés par la végétation. Ce fait est dû sans doute aux précipitations des deux dernières années, proches de la moyenne.

6.2.2. Utilisation des schorres

Une partie des schorres a été aménagée pour la riziculture; en premier lieu évidemment les tannes herbues mais également les tannes vifs.

La technique de mise en valeur est traditionnellement la suivante : confection des billons entourés d'une diguette et attente jusqu'à ce que la terre soit suffisamment dessalée et désacidifiée par les pluies pour permettre la culture du riz.

Ce système a plusieurs inconvénients, dont les plus importants nous paraissent être :

- sa lenteur. Dans le meilleur des cas plusieurs années sont nécessaires pour transformer la partie supérieure du sol en une terre rizicultivable,
- le risque permanent de ressalination au cours d'années à faible pluviométrie, notamment sur les terres à texture grossière ou moyenne à faible profondeur,
- l'absence d'un réseau de drainage superficiel pour favoriser le dessalage de la partie supérieure des sols et pour maîtriser les inondations.

Les meilleurs résultats ont été obtenus sur les schorres argileux et les tannes sableux situés au pied du continental terminal ou du glacis-terrasse pléistocène.

Dans le premier cas cette réussite est due à la faible perméabilité verticale des matériaux argileux après deux maturations complètes, réduisant ainsi considérablement les risques de ressalure par la nappe. Ces terres présentent malheureusement l'inconvénient d'être difficiles à travailler (dures à sec, collantes lorsqu'elles sont humides). Dans le deuxième cas, le succès est dû à la proximité de la nappe douce des terres hautes dont l'aménagement favorise l'extension vers les terres basses.

Les pratiques culturales sur ces rizières sont identiques à celles des rizières douces (cf. 5.1.), avec en outre, l'apport d'amendements divers pour vaincre l'acidité : bois et coquillages broyés et brûlés ; ordures ménagères mêlées de terre, etc... Les apports comportent un autre avantage : celui d'alléger la texture du sol superficiel le rendant ainsi plus facile à travailler.

Sur le plan pédologique, cette mise en valeur des schorres se traduit par un changement souvent important : les sols sulfatés acides se transforment en sols para-sulfatés acides et ces derniers en sols hydromorphes ayant peu ou n'ayant plus les caractères typiques et contraignants des premiers.

La majeure partie des rizières sur schorres a été abandonnée au cours de la récente décennie sèche à la suite de la ressalinisation des sols et de la nappe. Pour les raisons évoquées au début de ce paragraphe, il faudra au moins deux années consécutives à pluviométrie normale pour que ces rizières puissent de nouveau produire.

6.2.3. L'utilisation des vasières

6.2.3.1. Les rizières

Une partie non négligeable des vasières était autrefois consacrée à la riziculture. Celle-ci était réalisée dans 3 situations bien précises, à savoir :

1/ En plein domaine marin : sur les vasières à *Avicennia* et les tannes herbues mouillés (unités 3 et 4 du paragraphe 5.2.1.). L'eau des bolons restant

salée pendant l'hivernage, le dessalage des rizières dépend uniquement des pluies. Pour faciliter le dessalage et éviter les venues d'eau salée, seules les vasières les plus hautes ont été utilisées.

2/ en bordure du domaine marin : surtout sur les vasières à *Avicennia* mais aussi sur celles à *Rhizophora*. Ici les eaux de ruissellement venant des terres hautes avoisinantes peuvent contribuer au dessalage.

3/ au débouché des principaux vallons affluents : de préférence sur les vasières basses à *Rhizophora*. Les eaux des bolons devenant douces en hivernage facilitent grandement le dessalement des terres basses environnantes.

La dernière situation est de loin la plus favorable et c'est pour cette raison que l'essentiel des rizières s'y trouvait concentré. Exemple : amont de la vallée de Niassa, du bolon d'Oussouye, etc ... Là furent également réalisés les aménagements modernes par ILACO dans les années 60.

Dans les deux premiers cas, pour protéger les rizières des venues d'eau salée pendant la saison de cultures, des ceintures de casiers dits de protection ont été construites. Certains de ces casiers étaient également utilisés pour la pêche, d'autres pour le ramassage du sel, et ils pouvaient aussi, au cours d'années très pluvieuses être cultivés en riz.

Le dessalage, opération annuelle au début de la saison des pluies, et l'aménagement de casiers de protection ne sont pas les seules actions nécessaires à l'implantation d'une rizière sur mangrove. Les vases non évoluées ne peuvent pas porter de cultures car elles sont très riches en pyrite et souvent tourbeuses en surface. Pour se débarrasser de cette pyrite et de cette tourbe, l'agriculteur pratique à l'aide d'un aménagement en casiers des assecs souvent longs durant plusieurs années, alternés à des submersions d'eau douce en hivernage et d'eau salée en saison sèche, procédé qu'il appelle à tort "dessalage". Ce n'est qu'après ce "dessalage" qu'il termine l'aménagement de ses rizières et qu'il cultivera comme les rizières non salées sur des billons.

Traditionnellement il est admis que l'agriculteur ouvre les clôtures dans les diguettes après la saison des cultures pour faire entrer l'eau salée et éviter ainsi l'acidification des sols en saison sèche. Cette pratique existait certainement mais n'était pas généralisée. D'après nos enquêtes, il apparaît en effet qu'elle était certes la règle sur les rizières implantées sur des vasières à *Rhizophora* mais non sur celles sur *Avicennia*.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la plupart de ces rizières sur mangrove ont été abandonnées en grande partie en raison de la diminution des précipitations et des écoulements d'eau douce au cours de la dernière décennie. Actuellement ces anciennes rizières se présentent comme des casiers nus à billons fantômes ou déjà recolonisés par de jeunes *Rhizophora*, parfois *Avicennia*.

6.2.3.2. Les grands casiers

Ils occupent une surface beaucoup plus importante que les anciennes rizières dont ils se distinguent par l'absence de traces de culture. La plupart sont d'anciens périmètres de protection des rizières sur tanne ou mangrove, utilisés régulièrement encore comme casiers de pêche, parfois comme salines. Les autres souvent aussi abandonnés, ont été spécialement créés pour la pêche. Le plus souvent ces casiers se présentent comme des aires nues, sèches (tannes vifs) ou inondés par les marées (tannes mouillés). Plus rarement ils forment des zones herbues à *Eleocharis mutata* et *carribea* ou sont couverts de palétuviers. De l'analyse des photos aériennes de 1969 et de 1979, il ressort que les aires nues sont beaucoup plus étendues actuellement qu'avant la sécheresse aux dépens des casiers sous mangrove. Il ressort aussi que l'aménagement en casiers a accentué les effets de la sécheresse.

Sur le plan pédologique, dans les zones aménagées en grands casiers, périodiquement mis à sec, les vases ont évolué et sont devenues des sols sulfatés, parfois même para-sulfatés acides. Dans les autres cas, l'évolution n'est pas aussi nette, parfois même elle est nulle. Le retour au régime hydrologique naturel provoqué par l'abandon des casiers fait en effet disparaître les caractères morphologiques de la sulfatation des vases et l'acidité. Dans ces conditions, il n'y a donc pas de vases très évoluées, mais des vases appauvries en soufre et en matières organiques. Ce sont surtout les vasières à *Avicennia* qui ont le plus évolué.

7 - LES UNITES MORPHOPÉDOLOGIQUES

7.1. CLASSIFICATION - TYPOLOGIE DES SOLS

Pour la carte générale au 1/50 000^{ème} nous avons utilisé, comme prévu dans le cahier des charges la dernière édition de 1967 de la classification française. Pour la carte au 1/20 000^{ème}, nous avons par contre, à propos des sols des vasières et des schorres, utilisé une autre terminologie. L'actuelle classification ne permet pas, en effet, de rendre compte des caractères particuliers de ces sols ni de leur diversité.

La typologie que nous avons utilisée rejoint, pour ce qui concerne les vases évolués et les schorres, la terminologie usuelle sols sulfatés acides/ et sols parasulfatés acides. Pour les sols des vasières, nous avons par contre préféré préciser les modifications que les vases ont subies au lieu de donner les noms peu compréhensibles aux non initiés d'autres classifications (USDA, FAO; propositions de classification de M. MARIUS de l'O.R.S.T.O.M., etc...)

MM. MARIUS et AUBRUN ont dans leur étude de la vallée de Baïla utilisé une terminologie parfois assez différente de la nôtre.

Par commodité pour l'utilisateur de notre étude nous préciserons ci-après la signification des termes utilisés.

Nous donnerons également pour les sols des vasières et des schorres un tableau de correspondance des différentes classifications. (tableau 3)

LES SOLS FERRUGINEUX

Ils sont très peu représentés et occupent toujours une position bien drainée. La plupart sont beiges, les autres plutôt rougeâtres. Dans tous les cas, la texture des horizons superficiels est plus sableuse que celle des horizons sous-jacents d'où l'appellation "ferrugineux lessivés".

TABLEAU 7.1. Essai de corrélation entre la classification française, la terminologie usuelle et la typologie dans les études de Baïla et du Kamobeul pour les sols des vasières et des schorres.

Classification française	Terminologie usuelle	Typologie Kamobeul (1)	Typologie Baïla (2)
Sols hydromorphes organiques (sur vases riches en pyrite)	Sols potentiellement sulfatés acides	Vases peu évoluées, salées, à sulfures, organiques	
Sols hydromorphes humifères à gley réduit (sur vases riches en pyrite)		Vases peu évoluées, salées, à sulfures, humifères	SPE organiques (1) SPE org. pot. acide (1') SPE pot. acide à sulf. (2) SPE à sulf. en prof. (3)
		Vases salées, appauvries en sulfures et matière organique	SPE salés pot. acide (7) SPE hydr. à sulfures (12)
Sols salins acidifiés à encroûtement salin	Sols sulfatés acides	Vases salées, acidifiées très appauvries en sulfures et en matière organique	Sols salins acidifiés (4)
		Sols sulfatés acides, salés	Sols sulfatés acides (8 et 9)
Sols hydromorphes minéraux à gley salé	Sols parasulfatés acides	Sols parasulfatés acides	SPE Salés (5) SPE hydromorphes salés (6) Sols parasulfatés acides (13)

1) de la carte au 1/20 000^{ème}

2) les numéros figurant entre parenthèses sont ceux du rapport Baïla

SPE : sols peu évolués

LES SOLS HYDROMORPHES

Ils sont marqués par les conséquences d'un engorgement saisonnier ou permanent intéressant l'ensemble du profil. Celles-ci s'expriment sous forme de taches rouille, d'une teinte gris sombre bleutée ou d'un horizon tourbeux. Au premier niveau, ces sols se distinguent par leur richesse en matière organique, en trois sous-classes :

- organique : très riches ; présence d'un niveau tourbeux superficiel de plus de 20 cm (fréquent dans les vases à *Rhizophora*)
- humifère : riches ; plus de 4 % sur une grande profondeur, éventuellement avec un horizon tourbeux de moins de 20 cm
- minéral : à moins de 4 % ; habituellement entre 1 et 2 %

Au second niveau, les sols hydromorphes minéraux, très répandus dans la zone, se classent parmi :

- les sols à gley : lorsque l'hydromorphie est essentiellement due à la remontée de la nappe (cas le plus fréquent)
- les sols à amphigley : si au gley se superpose dans le matériel superficiel un pseudogley consécutif à un niveau peu perméable dans la partie supérieure des sols. Ceci est fréquent dans les sols hydromorphes argileux.

Au troisième niveau, les sols hydromorphes minéraux à gley ont été divisés en 4 catégories liées à la profondeur jusqu'à laquelle la nappe s'abaisse en saison sèche.

- . à gley peu profond : horizon à gley réduit* avant 80 cm
- . à gley profond : horizon à gley réduit apparaissant entre 80 et 130 cm
- . à gley oxydé : horizon à gley réduit à plus de 120 cm

Dans certains de ces sols, la texture des matériaux superficiels est plus grossière que dans les niveaux sous jacents d'où, comme pour les sols ferrugineux, le qualificatif "lessivé".

Sur les schorres rizicultivées et les terrasses subrécentes, il est fréquent que la partie inférieure des sols hydromorphes minéraux présente des similitudes avec

* c'est à dire gris clair ou gris bleuté avec peu ou pas de taches rouilles

des sols parasulfatés acides. Parfois ils ont même les caractères morphologiques (faces de glissement, faible perméabilité) des vertisols. Ceci a été précisé avec les qualificatifs : plus ou moins salé, vertique, à caractères de sols acidifiés etc...

LES SOLS DES SCHORRES ET DES VASIERES

Le tableau donne la corrélation entre les diverses classifications utilisées actuellement en Casamance pour la caractérisation de ces sols particuliers. De manière implicite, il précise également les critères utilisés à cet effet, à savoir :

- les caractères des dépôts non ou peu évolués, engorgés de manière quasi-permanente (cas des 2 premières unités sous la colonne "typologie Kamobeul")
- les effets d'une mise à sec artificielle ou naturelle sur l'acidité, la teneur en sulfures et en matière organique (cas des deux unités suivantes)
- les conséquences des infiltrations d'eau douce (et salée) sur les caractères des horizons superficiels des vases qui ne sont plus ou rarement inondées par les eaux salées (cas des deux dernières unités).

7.2. LE GLACIS-TERRASSE PLEISTOCENE

Il se présente comme des étendues faiblement inclinées au pied des interfluves convexes du continental terminal dominant de 2 à 5 m les alluvions plus récentes ; accessoirement il forme des îlots au sein de ces derniers.

Cette terrasse, mise en place surtout par épandage consiste en matériaux sableux à 15-25 % d'argile. Localement, elle est formée d'alluvions (comme certainement à Djiromait). D'ailleurs elle s'apparente plutôt à un glaciaire d'érosion (comme par exemple à Dialang et Kaguit).

Selon l'importance de la remontée saisonnière de la nappe phréatique, les sols sont, soit du type hydromorphe (lessivé à gley oxydé ou profond) soit du type ferrugineux (lessivé). Dans le premier cas, il s'agit de matériaux grisâtres tachetés de rouille. Dans le deuxième cas, ils sont beiges, parfois rougeâtres, souvent marqués en profondeur d'hydromorphie saisonnière. Ils n'ont été

rencontrés que dans des situations bien drainées. A proximité des versants des interfluves, les sols sont fréquemment très clairs et très sableux, conséquence manifeste d'un lessivage intense. Sur le plan agricole ces sols sont pauvres : < 1 % de m.o. ; saturation très faible en bases échangeables ; pH bas < 5 ; très faible teneur en potassium échangeable (cf profil 3 et 4 en annexe). Leur forte perméabilité et leur position élevée dans le paysage ne permettent pas d'envisager la riziculture aquatique même avec du "puddling". Ces sols conviennent par contre au riz pluvial assisté par la nappe.

Cet ensemble a été divisé en 3 unités sur la carte au 1/50 000^{ème} (n° 1 à 3) et 2 unités sur la carte au 1/20 000^{ème} (unités 1 et 9), les deux premières unités de la carte au 1/50 000^{ème} étant regroupées en une seule sur la deuxième carte. L'unité 2 du 1/50 000^{ème} diffère de la première en effet, principalement par le modelé (à entailles stabilisées), critère non retenu pour la carte au 1/20 000^{ème}.

L'autre unité forme des îlots surbaissés, issus de l'arasement du remblaiement pléistocène. Elle se distingue assez difficilement de la terrasse subactuelle dont elle est, du point de vue topographique, très proche. Dans certains cas, les sols hydromorphes sableux qui caractérisent ces îlots peuvent, pour cette raison, reposer sur des vases assez peu évoluées.

La plupart du temps, les sols du glacis-terrasse pléistocène sont couverts d'une forêt secondaire ou de palmeraies. Quelquefois, des aires herbeuses à fantômes de billons les recouvrent, ou bien ils sont occupés par des cultures maraîchères et du manioc. Ces sols sont également cultivés en pépinières de riz.

7.3. LES GLACIS VERSANTS DE RACCORDEMENT

Ils relient en pente douce (moins de 2%), légèrement concave, les interfluves sur continental terminal et les surfaces planes très faiblement inclinées du glacis terrasse pléistocène aux alluvions récentes de la plaine du Kamobeul et de ses affluents. Selon le cas, ces versants sont essentiellement colluviaux ou consistent en colluvions reposant sur des sables argileux du continental terminal

ou des glacis-terrasse pleistocènes. Parfois ils comprennent des restes de terrasses subrécentes.

Les versants sont représentés par deux unités (4 et 5) sur la carte morphopédologique au 1/50 000^{ème}. La première fait la liaison entre les terres hautes et le domaine fluvio-marin du Kamobeul, la deuxième entre les zones axiales des vallons affluents

Dans la première unité, les versants sont souvent constitués de colluvions sableuses peu épaisses reposant sur du continental terminal ou sur du remblaiement pléistocène érodé. Localement ils incluent des restes très sableux ou au contraire argileux, de terrasses subactuelles. Sur la partie inférieure du versant, l'environnement fluvio-marin des matériaux se révèle par une acidité importante des sols.

Dans la deuxième unité par contre, le matériau est généralement d'origine colluviale (et jamais fluvio-marine) et la texture très sableuse. Sur la carte d'aptitude, ces versants sont représentés par trois unités (N°2, 3 et 4) cette fois basées sur le régime hydrologique, facteur jugé plus important pour l'appréciation de l'aptitude rizicole. L'unité 2 constitue le pôle le plus sec; engorgement saisonnier bref et tardif de la partie supérieure des sols ; l'unité 3, le pôle le plus humide : nappe affleurante ou proche de la surface en hivernage. L'unité 4 est caractérisée par un régime intermédiaire ou par l'association en bas du versant de sols de l'unité 3 et en haut de sols de l'unité 2.

Selon l'importance de la remontée saisonnière de la nappe, les sols appartiennent soit aux sols hydromorphes minéraux à gley profond, soit à ceux à gley oxydé. Dans certains cas ils sont dits "lessivés".

Les sols à gley profond, c'est à dire, la plupart des sols de l'unité 3 et la partie inférieure de l'unité 4, conviennent assez bien à la riziculture pluviale assistée par la nappe. Dans le langage usuel ils sont appelés "sols gris" à la suite des travaux de BERTRAND et GUILLOBEZ. Les autres sols conviennent probablement mieux à la riziculture pluviale stricte.

Sur le plan chimique (cf. profils 1, 21 et 25 en annexe) malgré l'influence des amendements en surface et l'apport d'éléments nutritifs par la nappe en profondeur, les sols des glacis versants sont considérés comme assez pauvres. Leur pH est habituellement satisfaisant mais peut être extrêmement acide dans le cas de sols influencés par l'environnement fluvio-marin (exemple profil 21).

Près de la moitié de ces sols sont actuellement rizicultivés, particulièrement ceux dont la nappe affleure ou est proche de la surface en hivernage. Ces derniers appartiennent à ce qu'on appelle les "rizières moyennes"; les autres, actuellement non cultivés, font partie des rizières "hautes".

7.4. LE REMBLAIEMENT DES VALLONS AFFLUENTS

Les diverticules et les principaux vallons affluents de la plaine fluviomarine du Kamobeul sont caractérisés par des matériaux toujours non salés, sans pyrite et physiquement "matures".

Sur la carte morphopédologique, cet ensemble a été subdivisé en 4 unités *) distinguées au premier niveau d'après la taille du bassin versant et au second niveau d'après la nature des matériaux et le "profil à travers" des vallons. La carte au 1/20 000^{ème} permettant une plus grande précision, ce même ensemble a été réparti en 6 unités, à savoir les unités 2 et 3 déjà traitées dans le chapitre précédent et les unités 5 à 8, envisagées ci-après.

7.4.1. CARACTERES DES UNITES CARTOGRAPHIQUES

Zone axiale des affluents secondaires (unité 5)

Elle occupe la partie basse des petits vallons très nombreux, dominés par un bassin versant réduit. Le matériau est habituellement sableux mais devient

*) Les unités 6, 7, 8 et 9; l'unité 10, rangée dans cet ensemble sur carte au 1/50 000^{ème}, constitue la zone de transition. Sur la carte au 1/20 000^{ème} ces vasières ont été regroupées avec celles de la plaine de remblaiement du KAMOBÉUL.

régulièrement plus fin, parfois très humifère, à proximité du domaine fluvio-marin (cf. profil 2 en annexe). En hivernage l'inondation est généralement importante et longue, surtout dans les bas-fonds rizicultivés. En saison sèche, la nappe s'abaisse mais reste proche de la surface (0,5 à 1 m).

Zone axiale des affluents principaux (unité 6)

Elle concerne les deux vallons affluents majeurs de la vallée de Niassa, le vallon de Tanbakouta et l'amont de celui d'Etomé.

Le matériau est habituellement très argileux reposant entre 0,5 et plus de 2 m sur du sable. Son origine est certainement fluviomarine (cf. chap. 1.2. de la première partie). En surface cette argile peut être recouverte d'un matériau sableux (cf. profil 24) dont l'origine est mal définie (apport de ruissellement, du vent, ou ferrolyse ?) En hivernage, l'inondation paraît aussi longue mais pas si profonde que dans l'unité précédente. En saison sèche la nappe descend à plus d'un mètre.

Dans les axes d'écoulement préférentiels légèrement plus bas que le reste de l'unité, matériau et régime hydrologique sont identiques à ceux des zones axiales des affluents secondaires.

Remplissage subactuel non développé en terrasse (unité 7)

Cette unité est rencontrée dans les deux mêmes vallons que l'unité précédente, ainsi que ceux d'Etafoune et Basseré, figurés sur la carte au 1/50 000^{ème} comme des vallons secondaires à fond plat. Elle occupe une position légèrement plus haute et l'inondation saisonnière est moins importante, souvent brève.

Le matériau est sableux ou argileux. Dans le premier cas, il s'agit d'un remplissage continental, probablement dunkerquien qui par endroits se présente comme de légers bombements au sein d'alluvions argileuses plus récentes que la précédente unité.

Dans le deuxième cas, il s'agit des mêmes matériaux que précédemment, mais situés légèrement plus hauts, sans limite nette.

- remplissage subactuel développé en terrasse (unité 8)

Dans la vallée de Bouniak, le remplissage sableux continental de l'unité 7 est développé en une terrasse peu élevée. L'engorgement saisonnier y est pour cette raison nettement moins important et probablement bref et tardif pour ce qui concerne la partie supérieure des sols.

Tous les sols sont du type "hydromorphe". Selon leur richesse en matière organique, la présence ou non d'un niveau peu perméable et leur situation topographique, ils appartiennent soit aux :

- sols hydromorphes humifères à gley: dans l'unité 5 surtout et accessoirement dans l'unité 6)
- sols hydromorphes minéraux à amphigley : sur matériau argileux de l'unité 7 et éventuellement de l'unité 6,
- sols hydromorphes minéraux à gley : pour les autres sols.

Les sols humifères et sableux ont une perméabilité importante, souvent même excessive. Celle-ci est par contre plutôt faible dans les sols argileux, notamment ceux de l'unité 7 où nous avons observé des sols à caractères vertiques (faces de glissement, matériau très compact etc... profil 24)

7.4.2. APTITUDE RIZICOLE

Les trois premières unités (N°5, 6 et 7) conviennent pour des raisons topographiques et hydrologiques essentiellement à la riziculture aquatique.

Les sols sur matériaux argileux des unités 6 et 7⁽¹⁾ sont les plus favorables car ils ne présentent pas de contraintes majeures : perméabilité souvent réduite; inondation saisonnière de longue durée. Les conditions sont moins favorables dans l'unité 5 (largeur souvent réduite, submersion très importante après de fortes averses) et pour les sols sableux de l'unité 7⁽¹⁾ (risque d'échec les années peu pluvieuses en raison de la forte perméabilité et de la médiocre réserve hydrique) tout en restant convenables pour ce type de riziculture.

La riziculture pluviale assistée par la nappe ne paraît pas possible sur les deux premières unités (maîtrise très difficile des inondations et du niveau de la nappe due à la position topographique basse). Elle l'est par contre sur les

(1) l'unité 7 comprend deux sous unités distinguées par la texture des matériaux (argileux et sableux) à perméabilités différentes.

deux autres. Dans l'unité 8, il y aura à tenir compte de quelques problèmes d'alimentation hydrique en années à pluviométrie défavorable.

Cette même contrainte affecte, probablement de manière plus aigüe les sols argileux de l'unité 7 (débit insuffisant de remontée capillaire et médiocre enracinement en profondeur). Les sols sableux de l'unité 7 semblent les plus intéressants à condition de réaliser un assainissement superficiel pour éviter leur submersion après les fortes averses.

Le peu d'analyses réalisées ne nous permet pas de préciser leur caractères chimiques. D'après les informations recueillies auprès de l'ISRA, ces sols doivent être considérés comme ayant un potentiel de fertilité élevé, mais nécessitant des apports d'engrais (N, P et K) et des amendements organiques réguliers.

7.5. LA PLAINE DE REMBLAIEMENT DU KAMOBÉUL BOLON

Elle correspond au domaine fluvio-marin actuel et aux terrasses subactuelles de même origine présentes au sein ou en bordure des alluvions récentes. Cet ensemble couvre près de deux tiers de la zone cartographiée.

7.5.1. LES SCHORRES ET TERRASSES SUBACTUELLES

Ils * forment la partie "haute" de la plaine dominant d'au maximum deux mètres, généralement beaucoup moins, les vasières examinées ci-après. Ils se présentent comme des îlots faiblement convexes et occupent, sous forme de versants peu inclinés ou de terrasses peu élevées, les parties latérales de la plaine.

Sur la carte au 1/50 000^{ème}, cet ensemble a été divisé en 3 unités (n°11,12 et 13) distinguées en premier lieu d'après l'occupation des sols. Pour la carte au 1/20 000^{ème} nous avons identifié 4 unités (n°10 à 13) dont les trois premières sont les mêmes que celles de la carte au 1/50 000^{ème}. La 4ème fait transition avec celle des vasières.

7.5.1.1. Caractères morphopédologiques des unités cartographiques de la carte au 1/20 000^{ème}

Unité 10

Elle est formée de dépôts fluvio-marins évolués ayant perdu les caractères typiques des schorres nus, tout au moins dans les premiers 50 cm des sols (cf. profils 5,12, 13 et 18). Selon le cas il s'agit de sols hydromorphes à gley profond (sur sable), de sols à amphigley (sur argile), ou de sols parasulfatés acides.

Les sols sur terrasse subactuelle sont généralement dessalés et toujours du type hydromorphe. Dans les autres, l'origine fluvio-marine des dépôts s'exprime habituellement plus nettement à travers une salinité encore appréciable en saison sèche et une acidité marquée en profondeur.

* Les "îlots surbaissés issus de l'arasement du glaci-terrasse pléistocène" présentés sur la carte au 1/20 000^{ème} immédiatement avant les schorres et terrasses subactuelles, ont été abordés dans le chapitre "glaci-terrasse pléistocène".

Presque tous ces sols sont rizicultivés et ceci a d'ailleurs été notre critère cartographique. Notons que l'exploitation rizicole des schorres a largement contribué à la transformation des sols.

En hivernage, la nappe phréatique affleure grâce aux précipitations. En saison sèche, elle se rabat à 1-2 m; elle est alors salée ou saumâtre, excepté à proximité des terres hautes bordant la plaine.

Unité 11

Elle regroupe des schorres à couvert herbu discontinu sans aménagement (tanne herbu) ou aménagés, mais abandonnés depuis longtemps et ayant plutôt servi comme ceinture de protection des rizières voisines.

La transformation des dépôts fluvio-marins est pour cette raison moins importante que dans l'unité précédente. Dans la plupart des cas, les sols sont en effet du type parasulfaté acide, accessoirement du type hydromorphe. Ce sont des sols très acides à sec et généralement très salés lorsqu'ils sont argileux. Leur degré de maturation physique est toujours élevé dans les premiers 40 à 50 cm. (cf. profils 8, 16, et 20).

Le régime hydrique est voisin de celui de l'unité précédente, la nappe étant cependant toujours salée.

Unité 12

Ce sont des schorres nus (tannes vifs) rarement ou jamais inondés par les marées en saison sèche. Les sols sont du type sulfaté acide modal (à taches de jarosite même près de la surface), à maturation physique très médiocre, légèrement meilleure en surface. Une partie de ces sols a été autrefois aménagée en casiers. La portance peut dans ce cas être légèrement meilleure grâce à une évolution plus marquée du matériau (cf. profils 7, 17, 19 et 22).

En saison sèche, la surface est couverte d'une moquette ou d'une croûte salée et la nappe -toujours salée- s'abaisse progressivement jusqu'à 0,5-1m. En saison des pluies, il y a inondation sous une faible lame d'eau plus ou moins saumâtre, d'origine pluviale.

Unité 13

Elle concerne la partie basse des schorres non aménagés en casiers de l'unité précédente et la partie centrale des vasières de l'unité 14. Ces schorres, toujours nus et à encroûtement salin en saison sèche, sont inondés aux marées de vives eaux. Les vases ont été oxydées mais ne sont pas toujours acides. Selon le cas il s'agit donc de sols sulfatés acides salés ou de vases appauvries en sulfures et matière organique jusqu'à 50 à 100 cm. Sur les photos, cette unité apparaît comme un tanne plus sombre.

7.5.1.2. Caractères chimiques et agronomiques

. Les sols sulfatés acides, salés

Du point de vue morphologique, ils se distinguent par :

- une teinte générale gris clair passant en profondeur au gris sombre bleuté, caractéristique des vases non évoluées
- de nombreuses tâches ocre-jaune de jarosite apparaissent dès l'horizon de surface. Elles se présentent sous forme de trainées verticales associées aux vides d'anciennes racines de palétuviers.
- une moquette poudreuse très salée brun à beige clair de quelques centimètres ou une croûte brune argileuse et salée en surface.
- l'absence de racines (*)

Sur les alluvions peu argileuses, la structure est massive devenant particulière en profondeur. Sur les matériaux argileux, elle est du type fragmentaire peu développée dans les premiers décimètres et massive en dessous. La consistance des sols sur alluvions argileuses est faible, molle, sauf en surface où elle peut être assez ferme. Grâce aux vides d'anciennes racines de palétuviers, la perméabilité -surtout verticale- paraît assez bonne

Sur le plan chimique, ces sols sont marqués par :

- un pH acide, souvent inférieur à 4 (tant sur sol sec que sur sol frais)
- une faible teneur en phosphore assimilable, comprise entre 5 et 20 ppm
- une salinité très importante * : CE_{10} 1 à 4 mmho sur sols sableux, 2 à 12 mmho

(*) sauf en profondeur où il s'agit d'anciennes racines et radicelles de *Rhizophora*

sur sols argileux et 16 à 19 mmho dans la moquette

- un taux en soufre compris entre 0,2 et 0,6 % sur matériau argileux et 0,1 et 0,3 % sur matériau sableux.

. Les vases salées, appauvries en sulfures et matières organiques

Sur les plans chimique et morphologique ces sols sont très proches des sols sulfatés acides dont ils se distinguent par :

- une acidité moins prononcée, lorsque mesurée sur le terrain
- et la présence de taches brun-rougeâtres dans la partie supérieure des sols.

. Les sols parasulfatés acides

Ils ont en profondeur les caractères décrits ci-dessus pour les sols sulphatés acides. Dans les premiers 30 à 60 cm, par contre, ils s'en distinguent par une évolution nettement plus avancée du matériau. Sur les alluvions argileuses cette évolution s'exprime par :

- une structure nettement plus développée, toujours fragmentaire et souvent grossière, à porosité médiocre.
- des taches brun-rouille, fines en surface, nombreuses et plus étendues en-dessous
- un degré de maturation élevé.
- une teinte générale de nouveau assez sombre brun-grisâtre.

Sur les matériaux sableux, ces sols sont de teinte beige clair à très nombreuses taches jaunes ou rougeâtres passant très progressivement aux taches et trainées ocre-jaune, caractéristiques des sols sulfatés en profondeur.

Sur le plan chimique, ils se différencient des sols sulfatés acides par :

- une acidité moindre : voisine de 4 sous tanne herbu, légèrement plus faible encore dans les rizières abandonnées
- une salinité moins élevée : comprise entre 2 et 9 mmho(extrait 1/10) sur les tannes herbues argileux non aménagés; inférieure à 0,2 mmho sur les sols sableux aménagés; et probablement également réduite dans les schorres

argileux, autrefois rizicultivés. A la différence des schorres nus, la salinité est ici habituellement la plus faible, non en surface; mais dans le deuxième horizon.

. Les sols hydromorphes

Ce sont des sols gris-beige clair, plus sombres en surface, marbrés de taches rouges et/ou jaunâtres n'ayant plus les caractères typiques des sols sulfatés acides, sauf éventuellement en profondeur.

Leur pH est supérieur à 4, parfois compris entre 5 et 6 ; les amendements ne sembleraient pas étrangers aux valeurs les plus hautes.

La salinité est très faible ou nulle en hivernage, réduite en saison sèche, sauf cas particulier. Il semblerait en effet que sur les schorres, la salinité des parcelles labourées mais non cultivées et dans une moindre mesure, celle des parcelles sous jachère soit plus élevée en saison sèche que la salinité des parcelles cultivées.

. Remarques

Dans quelques cas nous avons observé dans les sols sulfatés acides et parasulfatés acides un dépôt blanchâtre peu salé ayant l'aspect de sable fin dans les fentes et sur les parties supérieures des agrégats des horizons intermédiaires.

Il arrive également que les sols hydromorphes et parasulfatés acides aient les caractères des sols vertiques : fentes de retrait, faces de glissement et structure à plaquettes obliques entre 50 et 60 cm.

Deux profils (n°12 et 13) ont fait l'objet d'analyses très complètes dans le cadre du programme de diagnostics de carence en phosphore de l'Institut Mondial du Phosphate. Les résultats figurent en annexe.

7.5.1.3. Aptitude rizicole

Les sols de l'unité 10 ne présentent pas de contraintes majeures à la riziculture tant aquatique que pluviale assistée par la nappe. Les sols argileux conviennent le mieux à la culture aquatique en raison de leur position généralement très basse et leur perméabilité souvent réduite ou sinon facile à réduire par des techniques appropriées. En culture de nappe, la faible perméabilité et l'enracinement médiocre en profondeur constitueront des contraintes qui ne sont pas toujours faciles à lever.

Les sols sableux conviennent, en raison de leur position souvent un peu plus élevée et leur perméabilité importante, plutôt à la culture de nappe si le drainage est amélioré. Sans drainage, la pratique de la culture aquatique est possible mais présente des risques en années sèches.

Les sols des unités 12 et 13 (les tannes vifs) ne conviennent pas dans l'immédiat à la riziculture en raison de problèmes graves de toxicité et de salure. Par un aménagement approprié dont nous précisons les modalités dans la dernière partie de ce rapport, ces contraintes peuvent être levées. Ceci prendra probablement plusieurs années si les terres sont destinées à la culture aquatique, beaucoup plus dans le cas de riz sur nappe. Pour ce dernier type de culture, la poldérisation nous paraît d'ailleurs indispensable et ne sera possible que dans les zones où l'eau de bolons devient régulièrement douce en hivernage.

Les contraintes à l'utilisation rizicole des tannes herbus (unité 11) sont nettement moins importantes car ces sols ont dans leur partie supérieure perdu la plupart des caractères particuliers des vases oxydées précédentes. Après réalisation des travaux appropriés, ils peuvent à court terme convenir à la riziculture aquatique s'ils sont argileux. Sur matériaux sableux, ce type de riziculture paraît moins probant en raison de sérieux problèmes de resaturation d'acidité et toxicités diverses, dues aux remontées capillaires en saison sèche. Sans poldérisation et adoucissement de la nappe, la riziculture pluviale à nappe ne serait pas possible.

7.5.2. LES VASIERES

Près des trois quart de la plaine sont occupés par des vasières, c'est à dire des terres plus ou moins régulièrement atteintes par les marées et couvertes presque en totalité de palétuviers, de mangroves, avant la récente décennie sèche ou avant la création de rizières et de grands casiers servant de protection ou à la pêche.

Sur le plan de l'hydrologie et de la végétation, ces vasières peuvent être divisées en deux unités majeures :

- l'une à forte influence des marées, engorgée en permanence et naturellement occupée par des *Rhizophora* et accessoirement par un mélange de *Rhizophora* et *Avicennia* ;
- l'autre à influence plus médiocre des marées, inondée surtout aux marées de vives eaux et naturellement couverte d'*Avicennia* et accessoirement d'une prairie herbeuse.

Le premier ensemble forme ce que nous appelons les "vasières basses", non seulement en raison de la forte influence des marées mais surtout parce qu'il est effectivement plus bas lorsqu'on fait abstraction de la couche tourbeuse superficielle, si fréquente dans les zones à *Rhizophora*. Par opposition l'autre ensemble est dénommé "vasières hautes".

Sur la carte morphopédologique ces vasières ont été divisées en 3 unités distinguées essentiellement d'après l'importance des modifications de leurs caractères pédologiques sous l'effet de l'action de l'homme. La carte au 1/20 000^{ème} permet une plus grande précision. 10 unités ont été cartographiées. Elles se distinguent les unes des autres au premier niveau d'après l'importance de l'influence des marées (cf. paragraphe précédent) et au deuxième niveau d'après l'importance des modifications provoquées sur le sol par l'action de l'homme. Dans les paragraphes qui suivent, les vasières seront examinées d'après les unités distinguées sur la deuxième carte.

7.5.2.1. Les vasières à influence modérée des marées

Elles font la transition entre les schorres et les vasières basses ou forment des îlots très bas au sein de ces dernières. Dans les zones aménagées leurs limites avec les unités voisines sont dans certains cas imprécises en raison

du changement du régime hydrologique (et de l'occupation des sols).

7.5.2.1.1. Caractères morphopédologiques et chimiques des unités cartographiques

. Les vasières nues ou herbues non aménagées (unité 14)

Ce sont les anciennes zones à *Avicennia* et accessoirement à prairie herbeuse mouillée. Cette végétation originelle subsiste encore uniquement dans la partie aval de la plaine.

Les sols sont très comparables à ceux étudiés par VIEILLEFON dans la vallée de Bignona dans la même situation. L'influence de la récente décennie sèche a donc été très réduite voire nulle. En schématisant, leurs caractères sont les suivants (cf. également profils 14 et 15 en annexe)

0 - 30/50 cm : gris moyen ; poreux ; à structure polyédrique peu nette et consistance très malléable ; taches rouilles et vieilles racines d'*Avicennia* à partir de 5-10 cm ;

en-dessous : passage par l'intermédiaire d'un niveau à taches gris sombre sur fond gris moyen à un matériau gris sombre immature à nombreuses racines et radicelles de *Rhizophora*.

Ces sols sont très salés en saison sèche, surtout dans les zones où les eaux des bolons ne deviennent pas douces en hivernage. Ils sont riches en soufre et en matière organique, mais par rapport aux vasières basses, la teneur de ces deux composantes est nettement plus faible dans les premiers 30 à 50 cm. Pour cette raison nous les avons appelés "vases salées appauvries en sulfures et en matière organique". Sur le plan hydrodynamique elles sont certainement assez perméables grâce au réseau d'anciennes racines de palétuviers. Ces vides ne sont cependant pas stables et peuvent disparaître par tassement. L'irrigation avec des eaux douces provoquera un effet comparable. Le seul moyen pour conserver, dans des conditions non salées, cette bonne perméabilité, est d'oxyder ces sols car les composés ferriques et aluminiques libérés lors de cette opération se concentrent précisément dans les parois de ces vides assurant ainsi leur stabilité.

. Vasières nues aménagées ou protégées contre les marées (unité 15)

A la suite des assecs provoqués par l'aménagement, les vases de cette unité ont généralement été oxydées et ont très souvent acquis une morphologie similaire à celle des sols sulfatés acides (cf. profil 17). Il arrive même d'y rencontrer des vases encore plus évoluées s'apparentant aux sols para-sulfatés acides (cf. profil 19).

L'acidité des sols est pour cette raison habituellement très marquée (tout au moins tant qu'ils subissent des assecs) et ils sont également très salés. Leur taux en soufre et matière organique est par contre nettement moindre que dans l'unité précédente et la portance est meilleure.

. Vasières herbues anciennement aménagées (unité 16)

Ce type de vasières hautes a principalement été observé dans l'amont de la vallée de la Niassa où une grande partie a été conservée pour les aménagements réalisés dans les années soixante par ILACO. Elles sont couvertes d'un tapis dense d'*Eleocharis mutata* ou plus rarement d'*Eleocharis carribea*.

Sur le plan de la morphologie et de la chimie des sols, les caractères de ces vases sont intermédiaires de ceux des deux unités précédentes. Il s'agit en effet de sols oxydés plus ou moins profondément, mais habituellement non acides car retournés à leur régime hydrologique naturel (cf. profils 9, 10 et 14).

7.5.2.1.2. Aptitude rizicole

En raison de leur position topographique très basse et des très graves problèmes d'acidité et de salure, les vasières à influence modérée des marées ne conviennent pas à la riziculture pluviale sur nappe.

La riziculture aquatique, nettement moins exigeante en ce qui concerne les caractères des matériaux au-delà de 20-30 cm, est par contre possible si les moyens nécessaires sont mis en oeuvre. Il s'agira en effet de dessaler au besoin chaque année la partie supérieure des sols avant le repiquage du riz et de faire "évoluer" à l'aide d'un aménagement approprié ses caractères de

sorte que la portance soit améliorée et que les toxicités liées à la présence de sulfures soient ramenées à un seuil acceptable. Les vasières dont les sols ont déjà bien évolué (unités 15 et 16) sont pour cette raison plus intéressantes que les autres (unité 14) car la mise en valeur de ces dernières demandera plus de temps et d'effort.

La position légèrement plus haute^x des vasières à influence modérée des marées par rapport à celles examinées ci-après facilitera le dessalage des sols lorsque celui-ci doit être exclusivement assuré par les eaux pluviales. Dans le cas contraire ceci risque par contre d'être un inconvénient en raison de la très grande platitude de la vallée rendant difficile l'irrigation d'ilôts plus hauts que le reste de la plaine.

Un des profils prélevés (n° 9) a fait l'objet d'analyses détaillées dans le cadre du programme de diagnostic des carences en phosphore. Les résultats figurent en annexe.

7.5.2.2. Les vasières à forte influence des marées

Elles forment la partie basse de la plaine et sont sans aménagement, engorgées en permanence et presque journellement inondées aux marées hautes. Au contraire, des ensembles précédents, elles forment une zone continue d'où émergent des vasières hautes, schorres et terrasses subactuelles examinés ci-avant.

7.5.2.2.1. Les caractères morphopédologiques et chimiques des unités cartographiques

. Vasières nues ou sous mangrove non aménagées (unité 21)

Ce sont d'anciennes zones à *Rhizophora* qui subsistent encore en frange le long des bolons et dans la partie aval de la plaine.

Les sols consistent en vases peu évoluées, salées, très riches en pyrite et matière organique. Leur morphologie est habituellement la suivante (cf. profils 11 et 14 en annexe) :

0 - 15 cm : tourbe argilo fibreuse brunâtre, passage net à :

> 15 cm : vase argileuse molle à nombreuses racines et radicelles de *Rhizophora*, d'abord gris moyen puis à halos sombre, puis enfin vers 40-60 cm gris sombre

x à degré de maturation comparable.

ou :

0 - 15 à 60 cm : tourbe argilo-fibreuse brunâtre,

> 15-60 cm : vase gris sombre.

. Vasières peu aménagées éventuellement abandonnées (unité 22)

Il s'agit de vasières dont l'aménagement n'a apparemment pas eu de conséquence sur les sols ou n'a amené des modifications intéressantes que les horizons superficiels. Dans le dernier cas, ce changement se traduit par l'absence de l'horizon tourbeux, la présence de taches ocre-brun, puis ocre sur un fond gris assez clair dans les premiers décimètres et un degré de maturation plus élevé de ce matériau (cf. profil 14).

. Vasières souvent nues à aménagements importants (unité 23)

Dans cette unité les effets de l'assec provoqué par les aménagements (anciens ou récents) sont nettement plus importants que précédemment, surtout en ce qui concerne la proportion de terres affectées. Les effets sur la morphologie et les caractères chimiques des sols sont très variables d'un endroit à l'autre car ils dépendent de l'intensité, de la durée des assecs et de leur ancienneté ; une partie de ces vasières est en effet retournée à son régime hydrologique naturel ; selon l'endroit les vases sont donc :

- peu modifiées
- toujours sombres mais sans horizon tourbeux, éventuellement à taches rares brun-ocre ou ocre-jaune (cf. profils 10 et 23)
- sombres à nombreuses taches de jarosite
- ou gris moyen ou clair à taches brun-ocre ou ocre-jaune abondantes.

Dans ces derniers cas elles peuvent être acides en profondeur.

Au débouché des vallons affluents, cette unité est surtout formée d'anciennes rizières sur mangrove. Ailleurs dans la plaine, il s'agit avant tout de périmètres de protection et de pêche.

7.5.2.2.2. Aptitude rizicole

En raison de très graves problèmes de toxicité et de salure, les vasières basses ne conviennent pas à la riziculture pluviale sur nappe.

Ces contraintes sont pour la raison évoquée au paragraphe 5.2.1.2, moins sévères pour la riziculture aquatique. Mais ces vasières présentent cependant encore une autre contrainte : leur position peu élevée^x par rapport aux marées basses (cf. 1ère partie, Chap. 3.2). Cette situation entravera très fortement le dessalage des sols lorsqu'il doit être assuré sans système d'exhaure et avec les seules eaux pluviales. Dans les zones où seules les eaux pluviales seront disponibles, un système d'exhaure toujours coûteux est donc indispensable, c'est à dire probablement dans la majeure partie de la plaine.

Au débouché des vallons affluents, cette situation très basse est par contre un avantage. Elle permet à l'aide d'un système de retenues sur les bolons d'inonder en hivernage ces terres avec des eaux douces.

Abstraction faite des possibilités de drainage et d'apports d'eaux de ruissellement, les vases déjà évoluées comme celles de l'unité 2.3 sont plus intéressantes que les autres car le temps et les moyens nécessaires pour les rendre rizicultivables seront moins importants.

7.5.2.3. Les vasières à forte influence des marées incluant des zones non délimitées à influence modérée des marées

Dans certaines zones modifiées par l'homme, il n'a pas été possible de séparer à notre échelle d'étude les vasières hautes des vasières basses. A part dans l'unité 17 les dernières dominant toujours largement les premières comme il est d'ailleurs la règle ailleurs dans la plaine.

7.5.2.3.1. Caractères morphopédologiques et chimiques des unités cartographiques

. Les vasières herbues anciennement aménagées (unité 17)

Cette unité est formée :

- d'anciennes rizières situées dans la zone de transition entre le domaine continental et le domaine marin
- d'aménagements en grands casiers n'ayant apparemment jamais servi à la riziculture.

^x Surtout après disparition de la tourbe et acquisition d'une maturité satisfaisante des horizons superficiels.

Dans les deux cas, à la suite des aménagements les vases ont été appauvries en sulfures et matière organique. Elles sont moins salées que les autres et rarement acides sauf éventuellement en profondeur.

Leur morphologie est très variable. Dans les aménagements en grands casiers, les sols, en certains endroits, ont acquis une bonne portance et évoluent vers des sols para-sulfatés acides.

. Vasières souvent nues a aménagements importants abandonnés (unité 18)

Cette unité située en aval des deux principaux vallons affluents est formée :

- d'anciennes rizières à vases gris-sombre appauvries en sulfures (cf. profil 23) occupant la partie basse de l'unité
- d'ilôts herbus à vases oxydées, mais habituellement sans acidité excessive.

. Vasières nues à aménagement moderne abandonné (unité 19)

Il s'agit de deux vasières entre Bafikane et Médina, défrichées et aménagées autrefois par ILACO. Contrairement à ce qui a été observé dans la Vallée de Guidel, cet aménagement n'a pas modifié de façon visible les sols qui sont identiques à ceux situés immédiatement en aval (cf. les unités 21 et 14).

. Prairie aquatique à Thypheas et Fragmites (unité 20)

Elle n'a été cartographiée que dans la vallée d'Etomé. De par sa position physiographique, elle est le pendant non aménagé de l'unité 17 au Nord d'Atouré. Ce sont des vases humifères sombres dans les parties basses, mais grises à taches rouille dans les parties légèrement plus élevées. Elles ne sont pas acides et se dessalent rapidement en hivernage en raison de leur situation physiographique.

7.5.2.3.2. Aptitude rizicole

Les contraintes et les possibilités rizicoles des vasières hautes et basses dont sont formées les unités 17 à 20 ont été abordées dans les paragraphes 7.5.2.1.2 et 7.5.2.2.2 et nous n'y reviendrons pas ici. Il est à noter, par contre, que l'évolution importante des vasières de l'unité 17 et la proximité du domaine continental pour les unités 18 et 20 faciliteront leur mise en valeur.

8 - LES POSSIBILITES RIZICOLES

8.1. LE CLASSEMENT DES TERRES

8.1.1. LES TYPES DE RIZICULTURE ENVISAGES ET LEURS EXIGENCES EDAPHIQUES

Comme nous l'avons déjà mentionné, la riziculture traditionnelle est celle du type aquatique avec repiquage du riz élevé dans les pépinières. Si elle est bien adaptée aux zones basses naturellement submergées en hivernage, en revanche elle présente des risques importants en années sèches sur les terres légèrement plus hautes et ne permet pas d'utiliser les sols à nappe profonde en hivernage.

Afin que soient utilisées au mieux les possibilités rizicoles de l'ensemble de la zone, trois types de riziculture ont été envisagés : la culture pluviale stricte, la riziculture pluviale assistée par la nappe et, bien sûr, la culture aquatique. Par souci de simplification l'appréciation en classes d'aptitude sur la carte au 1/20 000^{ème} a seulement été faite pour les deux derniers types de riziculture. Cette appréciation concerne la riziculture de saison des pluies car la culture irriguée de contre saison ne peut pour raison hydrologique intéresser que de très faibles surfaces.

La riziculture aquatique

Elle exige la submersion quasi permanente des sols pendant la culture avec des eaux douces et des terres sans problèmes de toxicité pouvant résulter de la présence de sulfures de fer et d'alumine facilement solubles. Dans le domaine continental, sans irrigation d'appoint et aménagement particulier, ce type de riziculture convient donc essentiellement sur les terres naturellement inondées en hivernage et argileuses, dont la perméabilité est réduite ou peut l'être par des techniques appropriées. Dans le domaine marin, marqué par la présence d'une salinité souvent importante et de problèmes de toxicité, la riziculture aquatique est possible à condition de (1) dessaler - si nécessaire chaque année - les premiers décimètres du sol et de (2) ramener sur une profondeur un peu plus importante le pH (mesuré à sec) à un niveau acceptable (pH 4,5 ?)

Sur le plan économique et social, la culture à plat avec semis direct et façons culturales mécanisées est plus intéressante. Dans le KAMOBÉUL elle n'est possible que sur les terres dessalées et physiquement matures, c'est-à-dire dans les vallons du domaine continental et les terrasses subactuelles, dans l'état actuel ; après certains aménagements sur les schorres argileux, éventuellement avec des aménagements importants et coûteux sur les vasières.

Les rendements qui peuvent être atteints tant en zone de mangrove que dans les vallons affluents sont élevés car estimés à près de 4 tonnes pour du riz repiqué. L'intérêt du développement de ce type de riziculture est donc indéniable.

Le riz pluvial assisté par la nappe

Au contraire du riz aquatique, ce type de riziculture n'exige pas la submersion de la parcelle, mais la présence d'une nappe d'eau douce proche de la surface et peu fluctuante durant la croissance du riz. Le riz n'est d'ailleurs pas repiqué mais directement semé comme du riz pluvial.

Grâce aux éléments nutritifs apportés par la nappe, les rendements peuvent être élevés sans amendements importants. En raison de cette influence de la nappe et de l'enracinement assez profond du riz, la présence de sels et de toxicités dans les horizons intermédiaires et profonds est cependant pour ce type de riziculture beaucoup plus contraignante que pour la culture aquatique.

La riziculture à nappe convient donc en premier lieu aux zones à nappe douce, proche de la surface en hivernage, ainsi qu'aux terres faiblement inondées surtout s'il est possible d'y maîtriser les inondations et les mouvements phréatiques. Dans le domaine continental, ces zones correspondent aux terres légèrement plus hautes que celles convenant à la riziculture aquatique, c'est à dire précisément les terres où la riziculture traditionnelle a été abandonnée ou si elle est encore pratiquée, subit des échecs en année sèche. Sur les schorres et terrasses du domaine marin, elle peut être envisagée sur les sols non argileux à condition de dessaler profondément et d'éliminer les risques de toxicité.

Si la riziculture à nappe est correctement réalisée, sa production est estimée à 3 t/ha.

* D'après communication personnelle de M. DEMAY, sélectionneur de riz de l'ISRA DJIBELOR, ce résultat a été réalisé à Mampalogo avec du riz repiqué le 13.9.79

La riziculture pluviale ("sensu stricto")

Elle est la seule possible sur les terres hautes à nappe profonde en hivernage. D'après les résultats de l'ISRA * son potentiel atteint également 3 t/ha.

Le principal facteur pédologique intervenant dans l'évaluation de l'aptitude à cette culture dans le Kamobeul, est la capacité de rétention en eau. Pendant l'hivernage, les petites périodes sèches pouvant durer 10 jours ne sont en effet pas rares. Les sols excessivement sableux ne conviendront donc pas.

8.1.2. LES CLASSES ET LES CRITERES D'APPRECIATION

Cinq classes d'aptitude ont été distinguées, à savoir :

- I. très favorable
- II. favorable
- III. passable
- IV. Médiocre
- V. très défavorable

Les critères pris en compte pour cette appréciation ont été les suivants :

- le régime hydrologique naturel et les qualités des eaux,
- la position topographique et le drainage externe
- le drainage interne et la rétention en eau
- la salure, la portance (maturation physique) et les risques de toxicités liés à l'origine fluvio-marine des matériaux.
- l'enracinement en profondeur et la remontée capillaire.

L'appréciation que nous avons faite est une synthèse fondée sur la sévérité des contraintes et la possibilité de les atténuer ou de les supprimer par la mise en oeuvre de techniques ou d'aménagements appropriés. La plupart des caractères du milieu peuvent en effet être modifiés :

* rendement de 2,8 à 3 t/ha sur 10 ha à SEFA en 1979/80

**TABEAU 8.1.2. PRINCIPALES CONTRAINTES POUR LA RIZICULTURE AQUATIQUE
ET PLUVIALE ASSISTEE PAR LA NAPPE DANS LA VALLEE DU
KAMOBÉUL.**

RIZICULTURE AQUATIQUE

- Contrainte très forte :** - nappe non affleurante en hivernage (position élevée)
combinée à une texture sableuse.
- position très basse combinée à du matériau fluvio-marin
non ou peu évolué
- Contrainte forte :** - nappe affleurante tardive en hivernage combinée à une
texture sableuse.
- Contrainte moyenne :** - salinité, faible portance, texture sableuse (risque
d'assec et de ressalure en années sèches)

RIZICULTURE PLUVIALE ASSISTEE PAR LA NAPPE

- Contrainte très forte :** - nappe profonde en hivernage
- Contrainte forte :** - nappe salée; acidité en profondeur ; submersion prolongée pendant la culture ; remontée tardive de la nappe combinée avec une texture sableuse
- Contrainte moyenne :** - salinité, enracinement difficile en profondeur (risque d'assec en années sèches)

- Caractères aisément modifiables : fertilité
- Caractères modifiables : salure, portance, perméabilité des sols argileux, acidité, toxicité des matériaux superficiels
- Caractères difficilement modifiables ou avec aménagements importants : régime hydrologique naturel, drainage externe, acidité et toxicité des matériaux profonds
- Caractères non modifiables : topographie, rétention en eau, texture, caractères physiques des matériaux profonds.

Le tableau 8.1.2. résume notre appréciation des caractères contraignants les plus usuels dans le KAMOBEUL pour la riziculture aquatique et pluviale assistée par la nappe.

8.2. LE PROBLEME DU DESSALAGE

La salinité souvent très forte des terres de tannes et des vasières est habituellement considérée comme un caractère très contraignant, voire rédhibitoire pour la mise en valeur rizicole de ces sols avec les seules eaux pluviales. Afin de mieux cerner ce problème nous avons procédé à une analyse intéressante d'une grande diversité de sols en nous appuyant sur nos observations de terrain, nos résultats de mesure de salinité et un modèle de dessalage fort simple, développé pour l'occasion. Nous résumerons ici les résultats de cette analyse approfondie dans l'annexe.

Le tableau 8.2 précise, pour 5 types de sol et 3 variables concernant la salinité, les besoins en eaux pour dessaler les sols. Les valeurs indiquées ne tiennent pas compte de l'évaporation pendant le dessalage et concernent des sols à bon drainage interne et externe et complètement engorgés avant le début de l'opération.

Si l'engorgement des horizons superficiels n'est pas total avant le dessalage les valeurs indiquées doivent être augmentées de 50 à 120 mm.

Notons que dans le cas de très forte salinité, on a intérêt à commencer le dessalage avec de l'eau de mer à l'aide des marées des vives eaux dont le coefficient est précisément très fort de juillet à octobre.

TABLEAU 8.2.

BESOINS EN EAU POUR DESSALER LES TERRES

Quantités d'eau douce nécessaires pour ramener la salinité du sol au seuil de tolérance pour le riz, en mm

a) Pour une profondeur de dessalage équivalente à 10 cm eau à H.S.

Seuil de tolérance (ECe en μmho)	Type de sol (exprimé en % H.S.)				
	20	35	62	80	125
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 20 000 μmho</u>					
5 000			550	500	450
7 500			500	450	400
12 000			450	400	350
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 10 000 μmho</u>					
5 000	600	500	450	400	350
7 500	550	450	400	350	300
12 000	500	400	350	300	250
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 5 000 μmho</u>					
5 000	500	450	350	350	300
7 500	450	400	300	300	250
12 000	400	350	250	200	150

b) Pour une profondeur de dessalage équivalente à 20 cm eau à H.S.

Seuil de tolérance (ECe en μmho)	Type de sol (exprimé en % H.S.)				
	20	35	62	80	125
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 20 000 μmho</u>					
5 000			950	900	800
7 500			850	800	700
12 000			750	700	600
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 10 000 μmho</u>					
5 000	1050	900	800	750	650
7 500	950	750	700	650	550
12 000	900	700	600	550	450
<u>Salinité initiale (EC_{10}) : 5 000 μmho</u>					
5 000	900	800	650	600	500
7 500	800	700	550	500	400
12 000	700	600	450	400	300

H.S. humidité à saturation totale

Le riz aquatique exige pour pouvoir être repiqué un dessalement assez peu profond (environ 10 cm). D'après le tableau 5a, le repiquage du riz peut donc être réalisé après un excédent hydrique de 300 à 550 mm si le seuil de tolérance au sel est de 5 mmhos et après 250 à 500 mm si ce seuil est de 7,5 mmhos. D'après le tableau 3.e (cf. le climat) ces conditions sont réalisées les années normales entre le début et la mi-août et de mi à fin août en années sèches.

Le riz aquatique prégermé est moins exigeant quant à la profondeur du dessalage (quelques centimètres suffisent) et peut donc être semé plus tôt. Le riz à nappe est par contre nettement plus exigeant et n'est, d'après le tableau 8.b, donc pas possible sur les terres salées sans aménagements particulièrement importants.

Comme il a été déjà mentionné, il est déconseillé de dessaler trop brutalement des vases non oxydées car ceci pourrait rendre les sols imperméables.

De la confrontation des données figurant dans les tableaux 3.2 et 8.a il ressort que le dessalage, même annuel de terres très salées, peut être aisément réalisé mais que l'excédent hydrique n'est pas suffisant pour assurer le cycle de croissance du riz jusqu'à son terme.

Deux voies sont possibles pour surmonter ce problème.

a. La poldérisation sensu stricto

Elle mettrait les terres définitivement à l'abri des inondations salées et permettrait, à l'aide d'un aménagement en casiers et un réseau de fossés, de dessaler suffisamment les terres pour qu'elles puissent ensuite chaque année être rizicultivées. Par rapport au système traditionnel de mise en valeur des tannes et des vasières hautes en plein domaine fluvio-marin, ce système présente l'avantage d'assurer plus efficacement le dessalage * des terres et de diminuer

* La moquette très salée des tannes vifs peut être ôtée par raclage.

leur resalinisation par la nappe en saison sèche.

Notons que la resalinisation en saison sèche de la partie supérieure du sol peut également être réduite par :

- la pratique du mulch-végétal
- un labour fin en fin de cycle
- une couverture herbue à espèces peu tolérantes au sel.

Ces pratiques diminuent en effet fortement l'évaporation, cause principale d'accumulation de sel dans les sols non inondés.

Ce système de mise en valeur présente l'avantage de pouvoir être utilisé sur ces étendues réduites et d'être réalisé avec des moyens de terrassement simple. Il ne convient pas cependant aux vasières basses où, en raison de leur position par rapport au niveau des marées, des moyens d'exhaure, toujours coûteux, seront indispensables.

En raison de l'absence d'expérimentation sur le type de mise en valeur envisagé ici il nous est difficile de préciser le temps nécessaire au dessalage suffisant des sols. Sur les tannes herbus, la durée sera évidemment plus courte que sur les schorres nus : 1 à 2 ans dans le premier cas, 3 ans ou plus dans le deuxième pour du riz aquatique beaucoup plus pour du riz à nappe.

Il serait très souhaitable que la mise en valeur des sols concernés soit précédée et suivie d'une expérimentation appropriée.

b. Un aménagement avec irrigation de complément

Il permettrait d'assurer les besoins en eau du riz en fin de cycle et accessoirement d'aider au dessalage annuel en début de saison de pluies.

Pour des raisons sociologiques et macroéconomiques, il ne paraît pas possible d'envisager des barrages-retenues dans les vallons affluents car ils inonderaient des terres non salées déjà rizicultivées. La seule possibilité est donc d'utiliser les eaux de ruissellement venant du domaine continental.

L'aménagement envisagé ne peut par conséquent être réalisé que dans les zones où l'importance de ces apports d'eaux douces est suffisante pour assurer les fonctions qui leur sont dévolues et intéresser principalement les vasières basses. Le système sera donc assez proche de celui des rizières traditionnelles sur mangrove au débouché des vallons affluents.

A l'aide de barrages-écluses et par la séparation des réseaux de drainage et d'irrigation la surface qui pourra être utilisée sera plus grande et les effets des années sèches moins importants.

8.3. LE PROBLEME DE L'ACIDITE ET DES TOXICITES

Ce problème pour l'utilisation rizicole des sols des vasières et tannes est considéré en général comme encore plus difficile à résoudre que celui du dessalage.

De notre part nous ne croyons pas que, s'il est permis de raisonner à moyen et long terme pour la mise en valeur, ce problème soit en réalité aussi important. Des techniques existent en effet pour, sinon supprimer, tout au moins atténuer considérablement les risques d'échec pouvant résulter de ces caractères particuliers des dépôts fluvio-marins non ou incomplètement matures. N'oublions d'ailleurs pas que :

- traditionnellement le cultivateur connaît ce problème car il procède avant la mise en culture de terrains vierges ou abandonnés depuis longtemps, à des "manipulations" appelées par lui, à tort, "dessalage" et dont l'objet est précisément de lever ces contraintes.

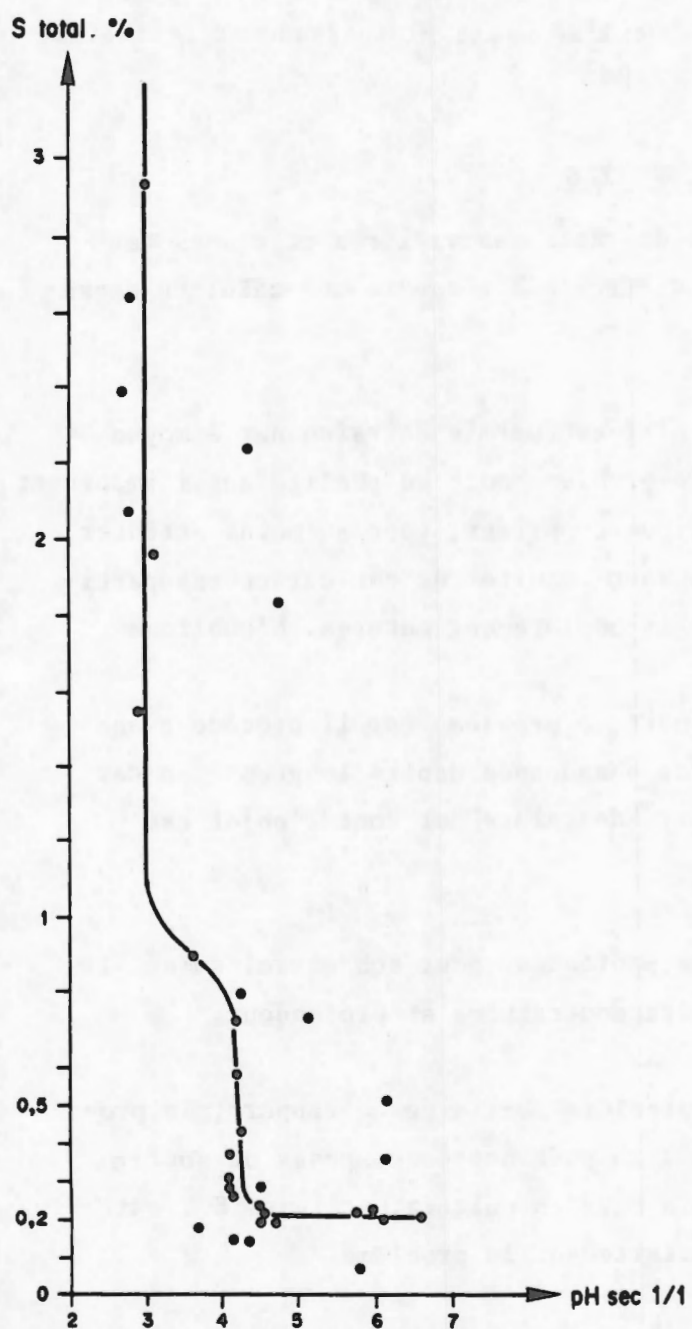
- le riz aquatique n'exige qu'une faible profondeur pour son enracinement. Il n'est donc pas nécessaire de supprimer ces contraintes en profondeur.

Comme il ressort du chapitre 4.2 de la première partie de ce rapport, le problème d'acidité et de toxicités est lié à la présence de composés de soufre dont il s'agit de se débarrasser avant la mise en culture. La figure 8.3 extraite de nos résultats d'analyse, illustre parfaitement le problème.

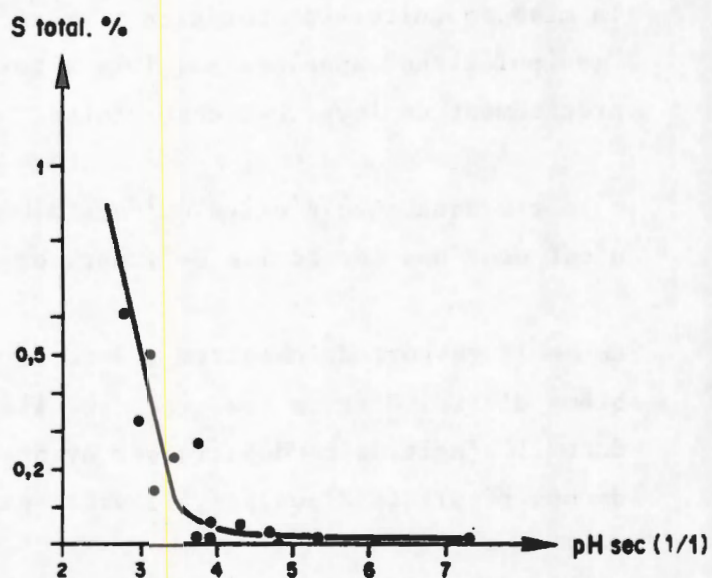
Les moyens nécessaires pour y parvenir sont très simples : assecs alternés de submersion. En raison de la position topographique toujours basse des sols

Fig.8.3. RELATION TENEUR EN S - pH SOL SÉCHÉ

SOLS ARGILEUX



SOLS SABLEUX



concernés, ceci peut être réalisé par un aménagement en casiers dont les diguettes sont ouvertes lorsqu'il faut faire entrer la marée.

Sur les vasières encore riches en soufre, il est souhaitable d'éviter une oxydation trop brutale faisant descendre le pH (mesuré in situ) en dessous de 4 à 4,5. Dans l'aménagement traditionnel, l'oxydation est difficile à maîtriser. Pour cela il est nécessaire de lui adjoindre un réseau de fossés peu espacés (25 m environ) par lequel l'eau de mer pourrait entrer au moment voulu. Tout en évitant les inconvénients d'une oxydation trop brutale, cette technique permettra par étapes successives d'obtenir à terme un support apte à la riziculture.

Ce réseau de fossés est également intéressant pour l'amélioration des terres déjà oxydées et acides, les tannes. Il facilite en effet l'inondation des terres aux marées de vives eaux et s'il est couplé à un réseau de casiers, la percolation des eaux pluviales en hivernage. Dans les deux cas, l'évacuation des acides et autres produits toxiques produits lors de l'oxydation s'y trouvera accélérée.

Notons que l'oxydation des vases marines s'accompagnera toujours de la disparition de la couche tourbeuse superficielle et de la maturation physique du matériau. Cet aspect qui améliore la portance des sols permet d'envisager la mécanisation des travaux agricoles.

Le lavage par des eaux douces ou salées, n'est pas le seul moyen de relever le pH. Ceci peut également être fait par des procédés plus classiques déjà pratiqués dans la région : apport de coquillages broyés, de bois brûlé, de déchets ménagers mêlés de terre etc...

Le drainage par drains enterrés est peu efficace dans les vases immatures. Les pores sont en effet rapidement obstrués par des oxydes, ce qui nécessite des curages réguliers.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYMES - 1972 - Acid sulphate soils. Proc. Int. Sympo., Wageningen, Pays-Bas 406 p.
- BATTISTINI (R.) - 1970 - Observations sur les cordons littoraux pléistocènes et holocènes de la Côte de Madagascar. Mad. Rev. de Géo. n° 33, pp. 9 à 33.
- van BEERS (W.E.J.) - 1962 - Acid sulphate soils. Int. Inst. of Land Recl. and Improv., Bull 3, Wageningen.
- BEYE (G.) - 1972 - Acidification of mangrove soils after emploting in lower Casamance. Effets of the type of reclamation system used. Proc. Int. Symp. on acid sulphate soils., Wag., Pays-Bas, pp. 359-372.
- 1973 - Une méthode simple de dessalement des sols de tanne de Casamance : le paillage. Agron. Trop. XXVIII, n° 3, pp. 537-549.
 - 1973 - Etude comparative de différents engrais phosphatés pour la fumure phosphatée du riz en sol des rizières très acides de Basse-Casamance. Agron. Trop. XXVIII, N° 3, pp. 935-945.
 - 1973 - La fertilisation phosphatée et azotée sur riz des sols sulfatés acides du polder de Médina, Basse Casamance. Agron. Trop. XXVIII, N° 8, pp. 767-775.
 - 1974 - Etude comparative de l'action de la potasse et de la paille enfouie sur le développement et le rendement du riz sur sol argileux de Basse Casamance. Agron. Trop. XXIX, N° 8, pp. 812-820.
 - 1975 - Bilan des 5 années d'études du dessalement des sols du polder de Médina, Basse Casamance, Sénégal. Agron. Trop. n° 3, pp. 251-263.
- van BREEMEN (N.) - MOORMANN (F.R.) - 1976 - Iron toxic soils. Soils and rice ; Proc. Symp. IRRI, Los Banos, Philippines, pp. 781-800.
- van BREEMEN (N.) - PONS (L.J.) - 1978 - Acid sulphate soils and rice. Soils and rice ; Proc. Symp. IRRI, Los Banos, Philippines, pp. 739-761.
- DAMOUR (M.) et Allii - 1971 - Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay ; une expérience de dessalage de sols sodiques. IRAM (Madagascar). Doc 304.
- DANCETTE (C.) - 1979 - Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau en zone Soudano-Sahélienne. L'agr. Trop., Vol. XXXIV, n° 4, pp. 331-355.
- DIR. EQ. RURAL DU SENEGAL - 1978 - Barrages-écluses en Casamance Maritime ; programme de recherche préliminaire et d'accompagnement. Rapport photocopié, 52 p.
- GERCA - 1963 - Aménagements hydroagricoles en Casamance et Haute Gambie. Tome 4, Vol 2, Casamance Maritime, Etudes complémentaires ; 90p. + annexes.

- GERCA - 1963 - Les sols de la vallée de Niassa et de Guidel. 22 p.
- ILACO - 1967 - Aménagements hydro-agricoles en Casamance ; Rapport de gestion des casiers-pilotes de Médina et de Diéba, 126 p.
- I S R A - 1979 - Synthèse sur les études de chimie des sols submergés. Rapport annuel de la station rizicole de Djibelor.
- MAGNE (C.) - 1975 - Sept années d'expérimentation multilocale sur les variétés de riz en culture pluviale. Agron. Trop. XXX, n° 1, pp. 19 à 27.
- MARIUS (C.) - 1976 - Effets de la secheresse sur l'évolution des sols de mangroves, Casamance-Gambie ; Rapport ORSTOM-Dakar, 62 p. + annexes.
- MARIUS (C.) - 1977 - Propositions pour une classification française des sols de mangroves tropicales. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., Vol XV, n° 1, pp. 89-102.
- MARIUS (C.) - 1978 - Etude pédologique des carossages profonds dans les mangroves. Rapport ORSTOM-Dakar, 45 p. + annexes.
- MICHEL (P.) - 1973 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Tome 2. Mémoire ORSTOM n° 63.
- MOORMANN(F.R.) - PONS (L.J.) - 1974 - Characteristics of mangrove soils in relation to their agricultural landuse and potential. Proc. Int. Symp. on Biol. and Managm. of mangroves. Hawai, Vol II, pp. 529-547.
- MOORMANN (F.R.) - van BREEMEN (N.) - 1978 - Rice, Soil, Water, Land. Publ. IRRI, 185 p.
- PANNAMPERUMA - 1977 - Physicochemical properties of submerged soils in relation to fertility. IRRI Research paper n° 5.
- PELISSIER (P.) - 1966 - Les paysans du Sénégal, 936 p.
- PONS (L.J.) - ZONNEVELD (I.S.) - 1965 - Soil ripening and soil classification. Int. Inst. for Land Rech. and Improv., Publ. 13, Wageningen.
- PONS (L.J.) - van BREEMEN (N.) - DRIESSEN (P.M.) - 1980 - Physiographic of coastal sediments and development of potential soil acidity. Soil Sci. Soc. Amer., Spec. Publ., in press.
- SERVANT (J.) - 1978 - La salinité dans le sol et les eaux. Caractérisation et problèmes d'irrigation - drainage. Bull. BRGM Série 2, section III, n° 2, pp. 123-142.
- SIBAND () - 1976 - Quelques réflexions sur les potentialités et les problèmes des sols gris de Casamance. Agron. Trop. XXXI, n° 2, pp. 105-113.

- TOURE (M.) - ARIAL (G.) - 1978 - Chemistry of flooded soil in marine alluvium of the Casamance, Sénégal, and its relation to rice growth.
In rice in Africa, pp. 257-269.
- TRAVERSE (S.) - 1975 - Traditions et modernisation des techniques de riziculture en Basse Casamance, Sénégal. Agron. Trop., n° 1, pp. 28-34.
- VIELLEFON (J.) - 1977 - Les sols des mangroves et des tannes de Basse-Casamance, Sénégal. Mém. ORSTOM, n° 83, 291 p.

LISTE DES ANNEXES

I - LE DESSALAGE DES TANNES ET VASIERES

1 - INTRODUCTION

2 - LES BESOINS EN EAUX DOUCES

2.1. - Les paramètres

2.2. - Le modèle utilisé

3 - FACTEURS DE CORRELATION AU TABLEAU 5

II - DESCRIPTION ET RESULTATS D'ANALYSES DES PROFILS PRELEVES

Ann. 2.a - Description des profils

Ann. 2.b - Analyses des profils

III - DIAGNOSTIC DE CARENCE EN PHOSPHORE

Analyses réalisées au GERDAT par l'Institut Mondial du Phosphate

A N N E X E I

LE DESSALAGE DES TANNES ET VASIERES

LE DESSALAGE DES TANNES ET VASIERES

1 - INTRODUCTION

La salinité souvent très forte des terres des tannes et des vasières est habituellement considérée comme un caractère très contraignant voire rédhibitoire pour la mise en valeur rizicole des sols avec les seules eaux pluviales.

Afin de mieux cerner ce problème, nous avons procédé à une analyse intéressant une grande diversité de sols en nous appuyant sur nos observations de terrain, nos mesures et un modèle de dessalage fort simple développé à l'occasion de cette étude.

Dans la première partie de cette note nous présentons un tableau précisant pour une grande diversité de conditions les besoins en eau douce lors des circonstances simplifiées, ainsi que les paramètres et le modèle de dessalage utilisés.

Dans la deuxième partie, nous précisons les facteurs dont il n'a pas été tenu compte dans le premier tableau.

2 - LES BESOINS EN EAUX DOUCES

Le tableau 5 du rapport précise pour 5 types de sols et 3 variables concernant la salinité, les besoins en eau pour dessaler les sols. Les valeurs indiquées ne tiennent pas compte de l'évaporation pendant le dessalage, et concernent des sols à bon drainage interne et externe complètement engorgés avant le début de l'opération.

Pour pouvoir utiliser ce tableau, il est donc nécessaire d'avoir des précisions sur les 4 paramètres. Le type de sol et sa salinité sont des données de terrain. Le seuil de salinité et la profondeur de dessalage à atteindre sont des données précisées par l'agronome.

2.1. LES PARAMETRES

Les besoins en eau douce ont été évalués en tenant compte de 4 paramètres différents. Les raisons en ont été les suivantes :

2.1.1. Les types de sol

Le riz aquatique est cultivé sur des sols noyés, gorgés d'eau. Il est donc nécessaire de connaître la salinité correspondante à cette situation. Nos mesures de salinité ont selon l'usage été réalisées sur l'extrait 1/10, c'est à dire pour un rapport de 1 g de sol sec et de 10g d'eau déminéralisée ajoutée au sol sec avant la détermination. Pour se replacer à l'aide de ces mesures dans les conditions de terrain, il est donc nécessaire de connaître l'humidité du sol correspondant à l'engorgement total.

Cette humidité n'est pas une constante car elle dépend de la texture et du degré de maturation physique du matériau fluvio-marin. Nos mesures d'humidité au champ et de densité apparente ont permis d'établir que les sols des schorres et vasières se répartissent sur le plan "humidité à engorgement total" en 6 grands groupes, à savoir :

	H.S. en %
1. vases argileuses très peu consolidées (rarement oxydées)	150
2. vases argileuses peu consolidées (souvent oxydées)	125
3. vases argileuses évoluées (sols sulfatés acides)	80
4. vases argileuses très évoluées (sols parasulfatés acides et sulfatés acides)	62
5. vases et sols sablo-argileux (20-35 % d'argile)	35
6. vases et sols sableux (< 20% d'argile)	20

Le premier type de matériau est très peu répandu en tant que matériau superficiel, nous l'avons donc éliminé de nos calculs. Par commodité de langage, l'humidité à engorgement total sera appelée ici "humidité à saturation" ou H.S.

2.1.2. Les niveaux de salinité initiale

Les quantités d'eau douce nécessaires au dessalage dépendent de la salinité des sols à la fin de la saison sèche, au moment des premières pluies.

D'après les résultats de nos mesures, cette salinité varie de manière très considérable, de moins de 1 mmhos (EC 10)^x à plus de 20.

Les cas à salinité supérieure à 20 mmho sont rares ; ceux à salinité inférieure à 2 mmho ne posent pas de problèmes. Sur le plan pratique on s'intéressera donc à des salinités comprises entre ces deux valeurs extrêmes. Afin de faciliter l'évaluation des besoins en eau douce pour chaque cas précis, nous les avons calculés pour les 3 cas caractéristiques de la zone, à savoir :

EC 10 = 20 mmho

EC 10 = 10 mmho

EC 10 = 5 mmho

Notons que pour de fortes salinités, il est conseillé de commencer le dessalage si possible avec de l'eau de mer, sa salinité étant moins importante que celle du sol.

2.1.3. Les niveaux de tolérance au sel

Trois valeurs différentes ont été retenues pour le calcul des besoins en eau : $EC_e^{xx} = 5$ mmho

$EC_e = 7,5$ mmho

$EC_e = 12$ mmho

La première valeur est celle qui est habituellement retenue comme seuil ; la deuxième semble d'après de multiples expériences être valable pour de nombreuses variétés. La troisième a été avancée par certains chercheurs.

2.1.4. Les profondeurs de dessalage

Pour chaque type de sol, les besoins en eau douce ont été calculés pour deux profondeurs de dessalage. La première (cf. tableau 8.2. du rapport) est celle que nous estimons être suffisante pour pouvoir repiquer un riz qui sera ensuite

x EC₁₀ : Conductivité électrique de l'extrait 1/10.

xx EC_e : Conductivité électrique de la solution du sol lorsque celui-ci est complètement engorgé, ou de l'extrait de la pate saturée.

conduit comme un vrai riz aquatique. La deuxième profondeur est celle habituellement souhaitée pour le riz aquatique pendant sa phase de croissance et nécessaire au repiquage d'un riz conduit par la suite plutôt en riz de nappe.

Pour la commodité des calculs et de la présentation des résultats, ces deux profondeurs (10 et 20 cm eau à HS) sont exprimées par rapport à l'eau contenue dans le sol à saturation totale et non en profondeur réelle.

Le tableau ci-dessous permet de faire la liaison.

Type de sol Humidité à saturation de référence (exprimée en % sur sol sec)	Densité apparente	Volume occupé par l'eau dans le sol engorgé en %	Profondeur de sol corres- pondant à 10 et 20 cm eau dans le sol (en cm)	
			10 cm	20 cm
125	0,6	75	13,3	26,7
80	0,9	72	13,9	27,8
62	1,0	62	16,1	32,2
35	1,3	46	21,7	43,5
20	1,6	32	31,2	62,5

Dessalage des tannes et des vasières

Tableau 1 : Relation entre cm d'eau dans le sol et profondeur de sol correspondante pour les principaux types de sol.

2.2. LE MODÈLE UTILISÉ

Pour l'établissement du tableau 8.2. du rapport, nous n'avons pas utilisé de formules ou d'abaques existants car tous ceux que nous avons trouvés ne s'appliquaient pas à notre problème.

Le modèle mis au point pour nos besoins est très simple ; nous n'avons raisonné que sur l'eau et les sels qu'elle contient.

Les bases de nos calculs sont les suivantes :

- pas d'évaporation pendant le dessalage
- drainage vertical libre

- pas de diffusion de sel du bas (plus salé) vers le haut (moins salé) du profil
- sel à conductivité de 55 mmho pour 40 g par litre
- sol noyé, mais non inondé au début du dessalage
- apports d'eau douce par tranches de 5 cm, renouvelés chaque fois que cette eau est infiltrée et que la quantité équivalente, et salée, a été drainée,
- dilution parfaite entre la tranche d'eau douce apportée et l'eau salée contenue dans la tranche de sol à dessaler.

Comme il ressort de ces deux dernières bases de calcul, notre approche était très simple car revenait à apporter 5 cm d'eau douce, de les mélanger à 10 ou 20 cm d'eau salée, d'enlever (par drainage) 5 cm du mélange puis de recommencer l'opération jusqu'à ce que le seuil ait été atteint.

3. FACTEURS DE CORRECTION AU TABLEAU 5

Les données figurées au tableau 5 sont les besoins pour des sols engorgés au début du dessalage qui se trouvent dans un milieu de drainage libre, sans évaporation et à libre disposition d'eau.

Dans le cas d'un dessalage en milieu réel par les eaux de pluies, les conditions sont toutes autres et ces valeurs doivent donc être augmentées avec les quantités d'eau nécessaires pour :

- ramener avant le début du dessalage, les sols desséchés à saturation
- éviter pendant le dessalage, la ressalure des sols les jours où l'eau de pluie fait défaut pour dessaler,
- compenser pendant le dessalage, les pertes d'eau par évaporation.

Tous ces besoins peuvent être évalués avec plus ou moins de précision. Ceci sera l'objet des paragraphes qui suivent.

3.1. LES BESOINS EN EAUX SUPPLEMENTAIRES EN CAS DE SOLS NON SATURES

Deux cas sont à considérer à savoir :

- les terres basses non protégées contre les marées en fin de saison sèche ,
- les autres terres.

Dans le premier cas on affaire à des sols non desséchés, à saturation presque complète. Dans le deuxième cas, les sols sont au contraire généralement profondément dessaturés et même desséchés complètement dans les premiers 10 à 50 cm.

Les besoins en eaux supplémentaires s'élèvent dans ces deux cas à :

- au maximum 80 mm pour les terres basses non protégées,
- à 50 à 120 mm pour les autres terres.

Ces valeurs ont été déduites des considérations et données suivantes :

- pour les terres basses, non protégées en permanence contre les marées :

Ces terres ne sont pas toutes inondées à chaque marée. Une grande partie ne l'est d'ailleurs que pendant les marées de vives eaux. Un certain laps de temps peut par conséquent s'écouler entre la dernière inondation par les marées et le début effectif de la saison des pluies.

Pendant ce temps, les sols perdent sous l'effet de l'évaporation une partie de leur eau qui doit être ajoutée à la quantité d'eau effectivement nécessaire pour le dessalage.

Cette perte par évaporation peut être évaluée à l'aide des 3 paramètres suivants =

- la durée de l'assec en jours, sa durée maximale est l'intervalle entre deux périodes de vives eaux, soit 20 jours,
- l'évaporation "BAC" pendant l'assec : environ 6 mm/jour en Juin et 4 mm en Juillet
- le coefficient K. Il est de 0,75 à 0,8 pour un sol saturé mais diminue très rapidement pour des sols dont la surface ne l'est plus.

- Pour les autres terres :

Les terres pendant la saison sèche, ont généralement perdu une grande partie de leur eau sur une profondeur souvent importante. Malgré cela, les besoins en eau supplémentaires sont assez réduits, ceci tient à deux faits :

- la culture envisagée est le riz aquatique. Un dessalage sur 20 cm est donc largement suffisant au moment du repiquage,
- le dessalage d'un sol progresse de haut en bas. Apporter plus d'eau qu'il n'est nécessaire pour réhumecter et saturer la partie supérieure du sol revient à commencer à la dessaler

Pour ces raisons, nous avons estimé que les quantités d'eau supplémentaires pour pouvoir utiliser les données du tableau 5 seront dans notre cas, égales à la quantité d'eau libre qui peut être emmagasinée en 20 cm de sol et pas plus.

Cette quantité a été évaluée pour les 4 types de sols concernés à 50 mm pour ceux de type 6 (cf. 2.1.1.), 80 mm pour le type 5, 100 mm pour le type 4 et 120 mm pour le type 3.

Les sols du type 1 et 2 n'existent pas dans les zones à mise à sec prolongée.

Notons que si ces sols sont fortement salés, il y a intérêt à attendre les premières fortes marées d'hivernage pour commencer le dessalage. Ceci contribuera non seulement à dessaler les sols mais assurera aussi leur engorgement total, rendant inutile l'utilisation pour cela des eaux douces.

3.2. LES BESOINS EN EAU SUPPLEMENTAIRES POUR COMPENSER LA RESSALURE

Dès qu'un sol incomplètement dessalé n'est plus submergé, c'est-à-dire dès que l'eau tombée sur la parcelle et retenue par les diguettes est infiltrée, le sel remonte. Ceci est inévitable car dû à l'évaporation, le phénomène de capillarité et les lois d'entropie.

D'après l'expérience acquise à RICHARD-TOLL, un apport de 2 mm par jour est nécessaire pour éviter ce phénomène. Il l'est évidemment seulement pour les jours sans infiltration c'est-à-dire, en schématisant, pour les jours sans pluie.

3.3. LES BESOINS EN EAU SUPPLEMENTAIRE POUR COMPENSER LES PERTES PAR EVAPORATION

Ils dépendent de deux données :

- l'évaporation journalière pendant le dessalage
- la durée du dessalage.

La première donnée peut être déduite des relevés climatiques. Elle est égale à l'évaporation "BAC" multipliée par un coefficient qui va de 0,8 pour des sols saturés mais non inondés, à 1,2 pour des terres submergées.

Dans notre cas, ce coefficient sera en moyenne proche de 1 et les pertes par évaporation seront donc identiques aux mesures "BAC".

La durée nécessaire pour dessaler est plus difficile à évaluer. Elle dépend en premier lieu des facteurs précités mais aussi des *conditions de drainage*. Lorsque celles-ci sont médiocres, elles allongent en effet la durée du dessalage. Pour compléter notre analyse, nous examinerons brièvement les circonstances qui peuvent provoquer cet allongement.

Un drainage efficient peut avoir deux origines : une perméabilité trop faible ou un assainissement insuffisant.

La perméabilité : Ce paramètre n'aura d'incidence réelle sur la durée du dessalage que si sa valeur est très faible, inférieure à $1,5 \text{ cm/j}^x$. Ceci peut être le cas probablement rare, dans les sols argileux, très évolués à caractères vertiques (voir également l'étude de drainabilité).

L'assainissement : Sans moyen d'exhaure, l'évacuation des eaux de drainage dépendra dans le KAMOBÉUL de l'altitude du sol par rapport aux marées basses et de l'écartement des collecteurs.

La première donnée est très faible (quelques décimètres) dans les vasières basses et augmente progressivement en allant aux tannes herbus (où elle peut être de l'ordre d'un mètre). Elle est notoirement insuffisante pour assurer avec le seul réseau des bolons, un drainage satisfaisant des sols car l'écartement des bolons est habituellement de l'ordre de 400 à 800 m. Un réseau de fossés est donc indispensable et il devra être assez dense sur les vasières basses.

Dans un aménagement sans système d'exhaure comme cela est prévu pour le projet, la profondeur des collecteurs secondaires et tertiaires sera en effet réduite de même que le temps disponible pour vidanger ce réseau à marée basse.

x Cette valeur de $1,5 \text{ cm/j}$ a été choisie pour les raisons suivantes :
 - l'excédent hydrique en juillet et août, mois cruciaux pour le dessalage est lors des années très humides, de l'ordre de 400-500 mm, soit $1,5 \text{ cm/j}$
 - les quantités d'eau nécessaires pour dessaler les terres très salées sont du même ordre.

A N N E X E I I

DESCRIPTION ET RESULTATS D'ANALYSES DES PROFILS PRELEVES

P E D O L O G I E

ANNEXE 2a

DESCRIPTION DES PROFILS

TABLEAU RECAPITULATIF DES PROFILS DECRIIS ET ANALYSES

Profil	Position - Matériau	Végétation	Classification
1	Partie basse terrasse fluvio-marine ancienne/alluvions sableuses	Rizière	Hydromorphe minéral lessivé à gley oxydé
2	Zone axiale d'un vallon en berceau/alluvions limono-argileuses et humifères au sommet, sableuses en profondeur	Rizière	Hydromorphe humifère à gley peu profond
3	Glacis-terrasse/collu-alluvions sableuses	Defriche récente	Ferrugineux tropical lessivé beige
4	Glacis-terrasse/collu-alluvions sableuses	Anciennes pépinières (jachère herbeuse)	Hydromorphe minéral lessivé à gley oxydé
5	Basse-terrasse (anc. schorre herbu) alluvions sableuses	Rizière	Hydromorphe minéral à gley peu profond, salé
6	Vasière/alluvions sableuses	Casiers sans végétation	Hydromorphe minéral à gley peu profond, salé
7	Schorre/alluvions sableuses fluvio-marines	Tanne vif	Salé acidifié
8	Versant ilot du glacis-terrasse/alluvions sableuses	Rizière	Hydromorphe minéral à gley profond, salé
9	Vasière/vases argileuses riches en pyrite (polder de Médina)	Rizière abandonnée à Béocharis	Hydromorphe humifère salé
10	Vasière/vases argileuses riches en pyrite (polder de Médina)	Rizière abandonnée à Rizophora	Hydromorphe humifère salé
11	Vasière/vases argileuses riches en pyrite	Vasière nue à fossés	Hydromorphe humifère salé
12	Basse terrasse (anc. schorre herbu) alluvions très argileuses	Rizières	Hydromorphe minéral à amphigley salé, à sulfures
13	Basse terrasse/alluvions sableuses	Rizières	Hydromorphe minéral à gley profond
14	Vasière/vases argileuses, riches en pyrite	Mangrove aménagée en casiers	Salé acidifié, (à acidification peu profonde)
15	Vasière/vases argileuses, riches en pyrite	Vasière nue	Hydromorphe humifère à gley d'ensemble, salé
16	Schorre/ vases argileuses riches en pyrite	tanne herbu	Salé, acidifié
17	Schorre/vases argileuses, riches en pyrite	Tanne vif	Salé acidifié (modal)
18	Schorre (ou basse terrasse) argileux au sommet, sableux en-dessous	Rizière	Hydromorphe minéral à amphigley (?), salé
19	Vasière ou schorre/vases argileuses, riches en pyrite	Tanne nu, à casiers	Salé acidifié (intergrade sol hydromorphe, salé)
20	Schorre/argileux au sommet, sableux en profondeur	Tanne herbu	Hydromorphe minéral (à amphigley, salé (intergrade sol salé, acidifié)
21	Versant de raccordement entre le glacis-terrasse et les alluvions récentes	Rizières	Hydromorphe minéral lessivé à gley profond
22	Basse terrasse/alluvions sableuses	Tanne nu	Salé acidifié
23	Vasière/vases argileuses	Rizière	Hydromorphe humifère à gley d'ensemble, salé
24	Bas-fond à fond plat/alluvions argileuses	Rizières	Hydromorphe minéral à amphigley
25	Petit glacis colluvial/colluvions sableuses	Rizières	Hydromorphe minéral à gley profond.

Profil : KA 1

Lieu : entre KADJINAL-M'LOMP et DJIROMAYTE

Date : le 2 Mai 1979

Géomorphologie : terrasse fluvio-marine à topographie légèrement ondulée, située à environ 2 m au dessus PHE ; profil dans légère dépression

Matériau : alluvions sableuses

Végétation : riz récolté, Schizachirium

Surface : aménagement en petits casiers et billons

Nappe : douce à 2 m; en hivernage : affleurante sans aménagement et inondation (10 à 40 cm) avec aménagement

Sol : hydromorphe minéral lessivé à gley oxydé

Description sommaire : Sol sablo-limoneux à structure massive, gris en surface, beige clair en-dessous puis ocre-jaune vivement tacheté de rouge (en trainées) en profondeur ; fines taches de rouille dans les premiers horizons ; matériau fragile jusqu'à 50 cm, plus cohérent en-dessous. Au-delà d'un mètre, passage à du matériau sableux jaunâtre tacheté de blanc et rouge, puis rouge vif, tacheté blanc et ocre-jaune.

Description détaillée :

- 0 - 10 cm (épaisseur moyenne), Ap ; sec ; gris foncé (10 YR 4/1) ; quelques taches brun vif (7,5 YR 4/6), fines, contrastées, associées aux racines ; pas d'autres taches ; texture sablo-limoneuse ; structure massive à débit émoussé, juxtaposée à une structure grumeleuse aux pieds des touffes de graminées ; très poreux ; non plastique, non collant, très friable et fragile ; nombreuses racines ; forte activité biologique ; transition nette et régulière à :
- 10 - 20 cm A 12 ; sec ; brun grisâtre (10 YR 5/2) ; structure massive généralisée ; poreux ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition distincte et régulière à :
- 20 - 50 cm A2 (?) ; brun très clair (10 YR 7/4) ; peu de racines ; faible activité biologique ; par ailleurs comme l'horizon précédent ; transition progressive et régulière à :
- 50 - 82 cm Bg1 (?) ; jaune (10 YR 7/6) ; taches rouges (2,5 YR 4/6), ferrugineuses, assez nombreuses et contrastées en trainées verticales ; quelques taches concrétionnaires, dures, rouges et noires, principalement au sommet de l'horizon ; peu de racines ; structure massive à débit anguleux ; texture limono-sableuse ; poreux ; très friable et fragile ; très faible activité biologique ; très peu de racines ; transition graduelle et régulière à :
- 82 - 110 cm Bg (?) ; humide ; brun jaunâtre (10 YR 5/8) à taches rouges assez nombreuses mais non indurées ; quelques taches gris-clair (10 YR 7/2) ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; passage régulier et progressif à : (au-delà de 130 cm description par sondage).
- 120 - 170 cm Matériau toujours sableux jaunâtre (2,5 Y 7/6) à nombreuses taches blanches (10 YR 8/2) et rouges (2,5 YR 4/6), passage rapide à :
- 170 - 220 cm Matériau semblable mais rouge vif (10 R 4/8) à taches jaune-ocre (2,5 Y 7/6) et blanches (10 YR 8/2).

Profil : KA 2

Lieu : à 1 km S.W. d'OUSSOUYE

Date : le 3 Mai 1979

Géomorphologie : zone axiale d'un vallon en berceau, inondée par des eaux douces en hivernage, jusqu'en Février.

Matériaux : alluvions limono-argileuses humifères reposant sur des alluvions sablo-limoneuses avec apports sableux d'origine colluviale ou anthropique.

Végétation : rizières profondes douces récoltées, et graminées vertes, courtes

Nappe : à 60 cm, douce.

Sol : Hydromorphe humifère à gley peu profond.

Description sommaire : sol à 3 niveaux majeurs très contrastés : gris-foncé à quelques taches rouilles et à texture limono-sableuse au sommet ; gris, humifère, limono-argileuse à nombreuses racines mortes de roseaux dans le niveau "intermédiaire" ; sable limoneux blanchâtre en-dessous.

Description détaillée :

- 0 - 10 cm Ap ; humide ; gris très foncé (10 YR 3/1) à quelques taches brunes (7,5 YR 4/6) associées aux racines ; texture limono-sableuse à sable fin ; structure d'ensemble massive, mais grumeuleuse aux pieds des touffes des graminées ; poreux ; consistance non plastique, non collant, très friable ; nombreuses racines ; très forte activité biologique ; présence d'herbe enfouie, non décomposée, et de débris de charbon ; transition nette et régulière à :
- 10 - 28 cm A ; semblable au premier horizon, mais sans taches brunâtres, sans herbes enfouies ; à racines moins abondantes et activité biologique moyenne ; transition distincte et régulière à :
- 28 - 60 cm II C ; très humide ; gris foncé (10 YR 4/1) ; sans taches ; humifère à nombreuses racines mortes de roseaux ; texture limono-argileuse ; structure à tendance spongieuse ; très poreux ; consistance plastique, très friable ; non collant ; racines ; activité biologique moyenne ; transition nette et ondulée à :
- 60 - 120 cm III C ; noyé ; gris-clair (10 YR 7/2) ; sans taches ; texture sablo-limoneuse ; bouillant ; peu de racines vivantes mais présence de racines mortes de roseaux, particulièrement abondantes au sommet de l'horizon.

Remarques : Trainées irrégulières de matériau blanchâtre, sableux dans les trois premiers horizons, dues à l'activité biologique.

Profil : KA 3

Lieu : entre OUSSOUYE et NIANBALAN

Date : 4 mai 1979

Géomorphologie : glacis terrasse à pente faible, dominant de plusieurs mètres la plaine du Kamobeul.

Matériau : Colluvions (?) limono-sableuses de la terrasse supérieure

Végétation : défriche dans palmerais d'*Elais guineensis*

Nappe : à plus de 2,50 mètres.

Sol : ferrugineux tropical lessivé, beige.

Description sommaire : 0-40 cm : matériau très sableux, beige clair, à structure massive. 40-80 cm : (passage graduel) : matériau franchement beige à texture limono-sableuse ; au-delà de 80 cm : matériau toujours limono-sableux, mais de teinte claire et à nombreuses taches rougeâtres.

Description détaillée :

0 - 10 cm	A ₁ ; sec ; brun (10 YR 5/3) ; pas de taches ; texture sableuse ; structure massive, nette ; poreux ; non plastique, non collant, très friable et très fragile ; racines ; activité biologique moyenne ; transition distincte et régulière à :
10 - 40 cm	B ₁ ; sec ; semblable au premier horizon, mais à teinte légèrement plus sombre (10 YR 4/3) à humide ; texture plus argileuse (LAS) et consistance fragile ; transition graduelle et régulière à :
40 - 80 cm	B ₂ ; sec ; beige (10 YR 6/6) ; pas de taches ; texture limono-sableuse ; structure massive, nette ; poreux ; non plastique, non collant ; très friable et peu fragile ; racines ; activité biologique moyenne (termitières hypogées) ; transition graduelle et régulière à :
80 - 140 cm	B ₃ ; sec ; gris clair (10 YR 7/2) ; nombreuses taches rougeâtres (5 YR 5/8), non associées ; peu de racines ; faible activité biologique ; par ailleurs semblable au 3ème horizon.
140 - 230 cm	(sondage) ; frais ; passage à un matériau moins argileux ; blanchâtre, à très nombreuses taches rougeâtres.

Profil : KA 4

Lieu : entre OUSSOUYE et NIANBALAN

Date : le 4 Mai 1979

Géomorphologie : glaciis-terrasse à faible pente dominant de plus de 2 m la plaine du Kamobeul-Bolon.

Matériau : Colluvions (?) sableuses de la terrasse supérieure

Végétation : Jachère herbeuse paturée à quelques "Djam-Djam"

Surface : billons et diguettes ayant servis pour des pépinières de riz

Nappe : à plus de 2 m.

Sol : Hydromorphe minéral lessivé à gley oxydé

Description sommaire : Sol sablo-limoneux à structure massive ; teinte foncée au sommet, blanchâtre entre 35 et 50 cm, puis beige en-dessous et à taches rougeâtres devenant plus nombreuses avec la profondeur.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 10 cm | A ₁ ; sec ; brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) ; pas de taches ; texture sablo-limoneuse à sable fin ; structure massive, très nette à éclats émoussés ; assez peu poreux ; non plastique, non collant, très friable, fragile ; racines fines ; activité biologique moyenne ; transition graduelle et régulière à : |
| 10 - 35 cm | A _{1g} ; sec ; semblable au premier horizon, mais à quelques taches rougeâtres (5 YR 5/8), très contrastées, associées aux racines ; transition graduelle et régulière à : |
| 35 - 50 cm | A _{2g} ; sec ; gris clair (10 YR 7/2) ; taches brunâtres (7,5 YR 5/8) associées aux vides ; très fragile ; racines fines peu nombreuses ; activité biologique faible ; par ailleurs semblable au premier horizon ; transition graduelle et régulière à : |
| 50 - 90 cm | BC _g ; sec ; jaune clair (2,5 Y 7/4) ; nombreuses taches brun-rougeâtre (5 YR 5/8) associées aux vides ; texture limono-sableuse à sable fin ; structure massive, très nette à éclats anguleux ; assez peu poreux ; non plastique ; non collant, très friable ; peu fragile ; peu de racines ; transition graduelle et régulière à : |
| 90 - 130 cm | C _g ; sec ; jaune très clair (2,5 Y 8/3) ; très nombreuses taches rougeâtres (7,5 YR 5/8) contrastées, diffuses, non associées ; par ailleurs semblable au 4ème horizon |
| > 120 cm | Frais ; matrice plus claire (2,5 Y 8/2) et taches plus contrastées. |

Profil : KA 5**Lieu : à 1 km au SE d'OUSSOUYE****Date : le 4 mai 1979****Géomorphologie : Plaine fluvio-marine récente du Kamobeul ; sur basse terrasse inondable par marée haute en hivernage****Matériaux : Alluvions très sableuses****Végétation : riz récolté****Aménagement : petits casiers avec billons****Nappe : à 55 cm, salée ; dégagement de H₂S dans la fosse****Sol : Hydromorphe minéral à gley peu profond**

Description sommaire : Sol très sableux à matériau gris clair et gris foncé au sommet ; à sable blanchâtre, tacheté rouille dans le niveau intermédiaire ; puis sable grisâtre à anciennes racines de Rhizophora dans la partie engorgée en permanence du sol.

Description détaillée :

- 0 - 8 cm** (épaisseur moyenne) : Apg ; sec ; sable gris foncé (10 YR 4/1) et gris clair (10 YR 6/1), localement lité ; nombreuses taches de rouille (7,5 YR 5/6 et 8/6) ; structure massive, peu nette ; non plastique, non collant, très friable et très fragile ; nombreuses racines fines ; transition nette et interrompue à :
- 8 - 16 cm** Ag ; frais ; racines peu nombreuses ; par ailleurs semblable au premier horizon ; transition distincte et régulière à :
- 16 - 30 cm** A ; humide ; sable gris foncé (10 YR 4/1) et gris clair (10 YR 6/1) ; sans taches ; structure particulière ; peu de racines ; structure et consistance identique au premier horizon ; transition distincte et régulière à :
- 30 - 60 cm** CG0x ; très humide ; sable blanchâtre (10 YR 8/1) à très nombreuses taches de rouille diffuses ; structure particulière, nette ; pas de racines ; transition distincte et régulière à :
- 60 - 130 cm** CG red ; noyé ; mélange de sable gris foncé (10 YR 4/1) et gris clair (10 YR 6/1) ; sans taches ; bouillant ; présence d'anciennes racines de Rhizophora et de poches et traînées remplies de matériau argileux.

Profil : KA 6

Lieu : à 1 km au SE d'OUSSOUYE

Date : le 4 mai 1979

Géomorphologie : plaine fluvio-marine du Kamobeul ; dans la zone inondable par marée haute

Matériau : vases sablo-argileuses

Végétation : nulle (rizière profonde abandonnée ?) : Avicennia sur les diguettes

Aménagement : casiers, sans billons visibles

Surface : nue, salée, lisse, blanchâtre

Nappe : à 20 cm, salée

Sol : Hydromorphe minéral à gley salé.

Description sommaire : Vase sableuse peu évoluée à nombreuses racines de Rhizophora entre 18 et 70 cm et à matériau d'abord gris et gris-clair à taches brunes jusqu'à 18 cm, gris foncé à halos gris clair entre 18 et 35 cm, puis gris et ensuite gris clair sans taches en profondeur.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 2 cm | Apport récent ; très humide ; brun olive (2,5 Y 5/4) à nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/6), associées aux anciennes racines ; argile fine ; structure fragmentaire peu nette, de type polyédrique fine ; poreux ; consistance élastique, plastique et collant ; pas de racines ; transition nette et régulière à : |
| 2 - 18 cm | CGox ; très humide ; mélange de limon sableux gris foncé (10 YR 4/1) et gris clair (10 YR 4/1) à nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/6), associées aux anciennes racines ; texture variable sablo-limoneuse à argilo-sableuse ; structure massive ; peu nette ; très poreux ; consistance malléable, non plastique, non collant ; pas de racines ; transition distincte et régulière à : |
| 18 - 35 cm | CG red ; noyé ; gris foncé (N4) ; à nombreuses taches gris clair (10 YR 7/2) associées aux anciennes racines ; texture argileuse à passages irréguliers de matériau sableux ; structure massive, peu nette ; très poreux ; consistance malléable, plastique et non collant ; nombreuses racines de Rhizophora ; transition graduelle et régulière à : |
| 35 - 70 cm | CG red ; noyé ; gris (N6) ; sans taches ; par ailleurs semblable au 4ème horizon ; transition graduelle et régulière à : |
| 70 - 120 cm | CG red ; gris clair (N7) ; sans taches ; assez sableux ; à passages argileux, bouillant ; non plastique, non collant ; peu de racines de Rhizophora. |

Profil : KA 7

Lieu : à 2,5 km à l'E. de NIANBALAN

Date : le 4 mai 1979

Géomorphologie : basse terrasse fluvio-marine située en contrebas d'un îlot de la
terrasse supérieure

Matériau : colluvo-alluvions sableuses

Végétation : nulle ; tanne vif

Aménagement : nul

Surface : croûte salée sableuse

Nappe : à 90 cm, salée ; inondable par marée haute en hivernage

Sol : salé acidifié à encroûtement salé (sol sulfaté acide, salé).

Description sommaire : sol limono-sableux, non structuré ; à matériau gris-bleu clair et racines de Rhizophora dans sa partie inférieure ; à matière gris brun clair et nombreuses taches brunes et jaunâtres et globules de même teinte dans sa partie médiane et supérieure ; à croûte saline poudreuse en surface.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 1 cm | Matériau sableux, très salé, blanchâtre et poudreux, à croûte brunâtre : passage très net et régulier à : |
| 1 - 3 cm | Matériau sableux à argilo-sableux, teinté de brun-rouille, brun-gris, ocre et blanchâtre ; passage ondulé et net à : |
| 3 - 15 cm | CGox ; frais, gris clair (10 YR 7/2) et blanchâtre (10 YR 8/1) à très nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/8) et brun jaunâtre (10 YR 5/8), contrastées, associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora ; texture limono-sableuse ; structure massive, peu nette ; efflorescences salines ; activité biologique nulle ; transition graduelle et régulière à : |
| 15 - 70 cm | CGox ; humide ; gris clair (10 YR 7/2) à nombreuses taches jaune-clair (2,5 Y 7/4) et brun-jaunâtre (10 YR 5/8) contrastées, associées aux anciennes racines de Rhizophora ; structure particulaire, peu nette ; pas de racines ; efflorescences salines sur les parois de la fosse ; transition graduelle et régulière à : |
| 70 - 140 cm | CG red ; noyé ; gris clair (N7) à nombreuses taches gris foncé (N5) associées aux racines ; pas d'autres taches ; structure particulaire ; boulang ; nombreuses racines de Rhizophora. |

Profil : KA 8

Lieu : à 2,5 km à l'E. de NIANBALAN

Date : le 4 Mai 1979

Géomorphologie : versant de raccordement entre témoin de la terrasse supérieure et les alluvions fluvio-marines plus récentes.

Matériau : alluvions sableuses fluvio-marines

Végétation : jachère herbeuse

Aménagement : en casiers avec billons

Nappe : à 100 cm, légèrement saumâtre

Surface : battante, non salée

Sol : Sol hydromorphe minéral à gley profond, non salé, acide (ancien sol sulfaté acide)

Description sommaire : sol sableux comprenant de haut en bas : un niveau gris brunâtre humifère à nombreuses taches de rouille, un niveau gris-clair à peu de taches, un niveau jaunâtre à taches gris-clair, de nouveau un niveau gris-clair mais à taches jaunâtres puis matériau sableux gris bleuté dans la zone d'engorgement permanent.

Description détaillée :

- 0 - 8 cm (épaisseur moyenne) : Apg ; sec ; gris brunâtre (10 YR 5/2) à nombreuses taches rougeâtres (5 YR 5/8), fines et diffuses, associées aux racines ; texture sablo-limoneuse ; structure fragmentaire grumeleuse juxtaposée à une structure massive ; très poreux ; consistance non plastique, non collant, très friable et très fragile ; nombreuses racines ; transition distincte et régulière à :
- 8 - 15 cm Ag ; sec ; gris brunâtre clair (10 YR 6/2) à très nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/8), associées aux racines ; structure massive, nette, généralisée à éclats anguleux ; poreux ; racines ; consistance et texture identiques à l'horizon précédent ; transition distincte et interrompue à :
- 15 - 35 cm C ; sec ; gris clair (10 YR 7/2) à quelques taches brun vif associées aux racines ; peu de racines ; structure, texture et consistance comme dans l'horizon précédent ; transition distincte et régulière à :
- 20 - 35 cm Cg ; frais ; jaune-brunâtre (10 YR 6/8) à taches gris clair (10 YR 7/1) et quelques taches rougeâtres ; texture limono-sableuse ; fragile ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition graduelle et régulière à :
- 35 - 100 cm CGox ; humide ; gris clair (10 YR 7/1) à très nombreuses taches jaune-brunâtre (10 YR 6/8), associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition graduelle et régulière à :
- > 100 cm Matériau sableux, noyé, gris-bleuté (5 B 6/1 et 5/1)

Nota : Quelques manchons à matériau jaunâtre, cohérent, présents dans horizons 2 et 4.

Profil : KA 9

Lieu : ancien polder expérimental de MEDINA, parcelle A, vallée de NIISSA

Date : le 5 mai 1979

Géomorphologie : Plaine fluvio-marine, inondée journalièrement par les marées de vives eaux

Matériau vases très argileux, salés, riches en pyrite

Végétation : Prairie marécageuse à *Echinocharis* sp. et jeunes *Avicennia*

Nappe : à 5 cm salée, à marée montante

Aménagement : réseau de fossés abandonnés en communication avec le bolon de NIISSA

Classification : sol salé acide à acidification peu profonde, sur vase pyriteuse peu évoluée

Description sommaire : sol très argileux à consistance molle et de couleur grise à gris-bleu foncé dans sa partie inférieure et moyenne, mais de teinte gris-clair, de consistance assez ferme et à taches brun-jaunâtre très contrastées dans sa partie supérieure.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 7 cm | Ag ; très humide, gris (Nb) ; à taches rouilles (5 YR 5/8) fines associées aux racines ; pas d'autres taches ; structure polyédrique subanguleuse fine, peu nette ; très poreux ; consistance malléable, plastique et collant ; racines fines très nombreuses ; transition distincte et régulière à : |
| 7 - 20 cm | CGox ; noyé ; gris clair (N7) à nombreuses taches brun-jaunâtre (10 YR 6/8) et taches brunes, assez fines, associées aux racines et vides racinaires ; structure polyédrique, fine, nette ; poreux ; par ailleurs semblable au 1er horizon ; transition graduelle et régulière à : |
| 20 - 30 cm | CGox ; proche de l'horizon 2, mais à teinte plus sombre (N6) ; taches brun-jaunâtre moins nombreuses ; structure moins nette et plus grossière ; très poreux ; peu de racines et consistance plutôt molle ; transition graduelle et régulière à : |
| 30 - 70 cm | G red ; gris-foncé (5 Y 4/1) à taches grises (N6), larges, associées aux anciens vides racinaires de <i>Rhizophora</i> ; structure massive peu nette à éclats anguleux ; très poreux ; très plastique, collante et molle ; nombreuses racines de <i>Rhizophora</i> ; transition graduelle et régulière à : |
| 70 - 120 cm | G red ; gris sombre (N5) ; sans taches ; à très nombreuses racines de <i>Rhizophora</i> ; par ailleurs semblable à l'horizon 4. |

Profil : KA 10

Lieu : ancien polder expérimental de MEDINA, parcelle E

Date : le 5 mai 1979

Géomorphologie : plaine fluvio-marine inondée journalièrement par la marée haute

Matériau : vases très argileuses, salées, riches en pyrite

Végétation : nue, quelques jeunes Rhizophora

Aménagement : réseau de fossés de drainage abandonnés, en communication avec le bolon de NIIASSA, anciens billons

Nappe : à 20 cm, salée (à marée basse)

Sol : Hydromorphe humifère salé, sur vase pyriteuse, peu évoluée

Description sommaire : sol très argileux, à nombreuses racines de Rhizophora et consistance molle dans sa partie inférieure, des halos clairs dans sa partie médiane, et à taches rougeâtres et consistance plus ferme dans la partie supérieure.

Description détaillée d'un profil sous un billon :

0 - 10 cm	AGox ; très humide ; brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) ; nombreuses taches rougeâtres associées aux vides racinaires et d'autres taches plus jaunâtres formant des gaines ; argile fine, humifère ; structure spongieuse ; très poreux ; très malléable, plastique et non collant ; pas de racines ; transition distincte et régulière à :
10 - 25 cm	Gox ; noyé ; brun grisâtre (10 YR 5/2) ; taches rougeâtres (5 YR 5/6) en trainées verticales associées aux vides racinaires, revêtant parfois les parois des vides ; quelques racines de Rhizophora ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition distincte et régulière à :
25 - 40 cm	G red ; noyé ; brun-grisâtre sans taches, par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition graduelle et régulière à :
40 - 80 cm	G red ; noyé ; gris foncé (5 Y 4/1) ; taches jaune clair (5YR 8/4) et blanchâtres, sous forme de "halos" en trainées verticales, associées aux racines de Rhizophora ; structure massive, peu nette ; nombreuses racines ; par ailleurs semblable aux horizons précédents ; transition graduelle et régulière à :
80 - 140 cm	G red ; noyé ; gris (N5) ; sans taches ; très nombreuses racines de Rhizophora ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent.

Nota : Horizon de surface non spongieux et presque sans taches dans l'inter-billon.

Profil : KA 11

Lieu : Vallée de la NIIASSA, dans la zone jadis aménagée par ILACO, au Nord de BAFIKANE

Date : le 7 mai 1979

Géomorphologie : plaine fluvio-marine ; zone journalièrement inondée à marée haute

Matériau : vases très argileuses salées, riches en pyrite

Végétation : sol nu, à jeunes Rhizophora et quelques Avicennia épars

Aménagement : ancien défrichement avec fossés

Surface : nombreux trous de crabes, amas de coquillages sous les arbustes

Nappe : à 10 cm, salée (observation entre les deux marées).

Sol : Hydromorphe humifère salé

Description sommaire : sol très argileux, gris sombre, peu différencié à matériau immature et niveau tourbeux au sommet.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 1 cm | Apport récent d'argile fine ; élastique et verdâtre au sommet (sur 1 mm), puis gris-clair (5 Y 6/1), parfois bleu-noir (N2) à nombreux vides aplatis, entourés de brun vif (5 YR 6/6) ; passage régulier et brutal à : |
| 1 - 15 cm | Tourbe fibreuse de fines racines de Rhizophora, mêlées d'argile ; nombreux trous de crabes remplis d'argile gris-clair ; transition distincte et régulière à : |
| 15 - 55 cm | G red ; noyé ; gris (N5) ; sans taches ; structure massive, peu nette ; poreux ; molle, plastique et collante ; très nombreuses racines de Rhizophora ; transition graduelle et régulière à : |
| 55 - 85 cm | semblable à l'horizon précédent mais avec taches gris foncé (5 Y 4/1), associées aux racines et consistance légèrement plus fermée ; transition graduelle et régulière à : |
| 85 - 125 cm | G red ; noyé ; gris foncé (N4), sans taches ; structure massive ; peu nette ; poreux ; nombreuses racines de Rhizophora ; malléable, plastique et collant : |

Nota : faces de glissement d'origine incertaine dans le 4^e et 5^e horizon.

Profil : KA 12

Lieu : à 1 km au NE de BAFIKANE, Vallée de NIIASSA

Date : le 7 mai 1979

Géomorphologie : basse terrasse argileuse

Matériau : alluvions argileuses fluvio-marines

Végétation : riz récolté et jachère à Eléocharis

Nappe : à 165 cm, salée

Aménagement : petites rizières à diguettes et culture sur billons

Classification : sol hydromorphe minéral à amphigley, salé, à sulfures

Description sommaire : vase argileuse très évoluée et différenciée comprenant :
 un horizon de surface sombre à nombreuses taches rouille ;
 un horizon de transition beige à taches rouges, jaunes et blanches ;
 un horizon beige à très nombreuses taches jaunâtres, associées à d'anciennes racines de Rhizophora et un sous-sol gris-bleuté de vase peu évoluée.

Description détaillée :

- 0 - 15 cm Ag ; sec ; gris (10 YR 5/1) à humide ; nombreuses taches rouilles (5 YR 5/8), fines, associées aux racines ; structure polyédrique nette, fine en surface, moyenne en dessous ; fentes de dessiccation ; peu poreux ; semi-rigide et non fragile à sec, très plastique et collant à humide ; quelques efflorescences salines en surface ; racines fines assez abondantes ; activité biologique moyenne ; transition distincte et régulière à :
- 15 - 45 cm Cg ; frais ; gris-brunâtre clair (10 YR 6/2) à humide ; nombreuses taches rouilles (5 YR 5/8), fines, associées aux racines ; très nombreuses autres taches jaunâtres (associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora), blanchâtres (remplissage et revêtements siliceux de vides entre agrégats et de vides racinaires) ou noirâtres (sous forme de revêtements organo-argileux sur les faces des prismes) ; structure polyédrique grossière à sur-structure prismatique très grossière peu nette ; pas de fentes ; peu poreux ; consistance malléable très plastique et collant ; peu de racines ; faible activité biologique ; transition graduelle et régulière à :
- 45 - 80 cm CGox ; humide ; gris-brunâtre clair (10 YR 6/2) ; nombreuses taches jaune-olive (2,5 Y 8/6) et jaune-brun, très contrastées et étendues, en trainées verticales, associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora ; quelques taches blanches ; taches jaunâtres généralement non indurées et diffuses ou globulaires, localement sous forme de gaines tubulaires indurées ; structure prismatique, grossière, nette à sous-structure polyédrique grossière très nette ; pas de racines ; activité biologique nulle ; par ailleurs semblable au 2^e horizon ; transition graduelle et régulière à :
- 80 - 150 cm Gox ; très humide ; horizon à caractères semblables à ceux du 3^e horizon mais à structure moins nette, plus grossière, moins de taches jaunâtres et sans taches blanchâtres ; transition graduelle et régulière à :
- 150 - 180 cm G red ; noyé ; gris sombre (N5) ; sans taches ; à structure massive peu nette éclats anguleux ; peu poreux ; très malléable, plastique et collant ; pas de racines.

Profil : KA 13

Lieu : à 1 km au SW du village de KAMOBÉUL

Date : le 8 mai 1979

Géomorphologie : glacis-versant sableux dominant d'environ 1 m la plaine inondable

Matériau : alluvions sableuses

Végétation : rizière récoltée, paturée

Nappe : à 105 cm, douce

Aménagement : rizière à diguettes avec culture sur billons

Classification : sol hydromorphe minéral à gley profond

Description sommaire : sol sableux à taches d'hydromorphie et à morphologie podzologique comprenant successivement de haut en bas : un horizon sombre, un horizon clair, un horizon jaunâtre, un horizon blanchâtre à taches jaunâtres, un horizon jaune à taches blanchâtres, puis du sable gris-bleuté.

Description détaillée :

- 0 - 15 cm Apg ; sec ; gris foncé (10 YR 4/1) à humide ; taches rouilles (7,5 YR 4/6), nombreuses, fines, associées aux racines ; pas d'autres taches ; texture limono-sableuse à sable fin ; structure massive très nette à éclats émoussés juxtaposée à une structure polyédrique subanguleuse moyenne au pied des touffes de graminées ; matériau meuble, poreux à pores fins ; consistance peu plastique, non collant, très friable et fragile ; racines assez nombreuses fines ; activité biologique moyenne ; transition nette et régulière à :
- 15 - 30 cm A2g ; sec ; gris moyen (10 Y 6/1) à humide ; très nombreuses taches rouilles (7,5 YR 5/8), fines et diffuses, associées aux vides racinaires ; pas d'autres taches ; texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse à sable moyen ; structure massive, très nette, généralisée à éclats anguleux ; fentes fines ; assez poreux à pores fins ; quelques racines ; activité biologique faible ; même consistance que l'horizon 1 ; transition distincte et régulière à :
- 30 - 40 cm CGox ou (B) ; frais ; brun jaunâtre (10 YR 5/8) à taches rouges (2,5 YR 4/6) étendues et contrastées non associées ; quelques autres taches blanchâtres, non associées ; texture sablo-limoneuse ; structure massive, nette, généralisée, à éclats anguleux ; pas de fentes, poreux ; consistance non plastique, non collant, très friable et très fragile ; quelques racines ; activité biologique nulle ; transition distincte et régulière à :
- 40 - 65 cm Gox ; humide ; blanc (10 YR 8/2) ; à très nombreuses taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8), étendues et contrastées ; texture sableuse ; structure particulière ; très poreux ; par ailleurs semblable au 3^e horizon ; transition distincte et régulière à :
- 65 - 95 cm Gox ; humide ; jaune (10 Y 7/8) à taches blanches (10 YR 8/2), étendues ; pas de racines ; présence de gaines tubulaires jaunâtres, indurées, orientées verticalement (anciennes racines de Rhizophora) ; par ailleurs semblable à horizon 4 ; transition graduelle et régulière à :
- 95 - 140 cm G red ; sable gris clair (N6) à restes d'anciennes racines, épaisses, verticales.

Profil : KA 14

Lieu : à 2 km au SW du village de KAMOBÉUL

Date : le 8 mai 1979

Géomorphologie : plaine fluvio-marine actuelle, inondable aux hautes marées (vasières)

Matériau : vases argileuses

Végétation : mosaïque de zones sous mangrove et de zones nues ; profil dans partie sous végétation

Nappe : salée, sub-affleurante (observation entre deux marées hautes)

Aménagement : zone aménagée en casiers de grandes dimensions.

Sol : salé acidifié, à acidification peu profonde (intergrade sol hydromorphe humifère, salé)

Description sommaire : sol très argileux, gris sombre, à taches brun-rouille au sommet, développé sur un matériau immature à nombreuses vieilles racines de mangrove.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 8 cm | AC ; très humide ; gris (N6), à nombreuses taches gris-sombre associées aux faces des agrégats et aux racines ; structure fragmentaire, peu nette, de type polyédrique moyenne ; fentes fermées ; poreux ; consistance très malléable, plastique et collant ; nombreuses vieilles racines d'Avicennia ; transition régulière et distincte à : |
| 8 - 28 cm | G0 ; très humide ; gris légèrement plus clair (N6-N7) ; à nombreuses taches brun-jaunâtre, en trainées verticales ; structure fragmentaire, peu nette, polyédrique, fine ; pas de fentes ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition graduelle et irrégulière, progressant le long d'anciennes racines, à : |
| 28 - 60 cm | GR à halos ; noyé ; gris (N6) et gris foncé (10 YR 4/1) à quelques taches rouilles ; structure massive, peu nette ; consistance pateuse, plastique et collant ; nombreuses vieilles racines d'Avicennia et de Rhizophora ; transition graduelle et irrégulière à : |
| 60 - 150 cm | GR ; noyé ; gris foncé (N4) ; sans taches ; structure massive, peu nette ; consistance très malléable, plastique et collant ; nombreuses racines de Rhizophora. |

Profil : KA 15

Lieu : sur rive E. du KAMOBÉUL, à proximité du pont.

Date : le 9 Mai 1979

Géomorphologie : vasière fluvio-marine, inondée aux marées hautes

Matériau : vases très argileuses, salées, riches en pyrite

Végétation : sol nu, à troncs d'Avicennia et de Rhizophora morts.

Aménagement : nul

Nappe : salée, à 17 cm (à basses eaux)

Sol : Hydromorphe humifère à gley d'ensemble salé.

Description sommaire : sol très argileux, gris sombre, à halos gris clairs dans la partie supérieure et tourbeux au sommet. Matériau mou riche en vieilles racines de mangrove.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 1 cm | Apport argileux récent, à surface brunâtre (10 YR 5/8 + 7/2) et d'aspect granuleux, mais de teinte gris très foncé (10 YR 3/1) en dessous ; passage net et régulier à : |
| 1 - 5 cm | Niveau argilo-tourbeux à 70 % de fines racines, brunâtres de Rhizophora et à 30 % d'argile gris foncé (N5) ; passage distinct et régulier à : |
| 5 - 20 cm | Niveau argileux à teinte gris-clair (N6) autour des vides d'anciennes racines d'Avicennia, et gris foncé ailleurs, dans les parties riches en fines racines de Rhizophora ; très poreux ; transition distincte mais irrégulière progressant le long d'emplacements d'anciennes racines à : |
| 20 - 35 cm | Horizon de transition de couleur grise (N5) ; à très nombreuses fines racines de Rhizophora, vides d'anciennes racines d'Avicennia, et halos gris foncé (5 Y 4/1) |
| 35 - 150 cm | Niveau argileux, gris (N5), à nombreuses racines de Rhizophora. |

Remarque : Consistance molle, plastique et collant dans tous les horizons.

Profil : KA 16

Lieu : à 0,5 km à l'Est du pont sur le KAMOBÉUL

Date : le 9 mai 1979

Géomorphologie : tanne herbu (schorre), non inondable par les marées

Matériau : vases très argileuses, salées, riches en pyrite, consolidées au sommet

Végétation : recouvrement discontinu par Eleocharis, Sevlum et Paspalum

Aménagement : fossés profonds, sans communication avec les marées

Nappe : à 1,40 m, salée

Surface : unie, à nombreuses fentes organisées en 2 réseaux distincts se superposant l'un à l'autre : un réseau à larges fentes (1 cm) et larges polygones (20 - 50 cm de diamètre) et un réseau à fentes fines et petits polygones (5-10 cm de diamètre) ; localement surface poudreuse à matériau brun gris-foncé, salé.

Sol : salé acidifié intergrade, sol hydromorphe à amphigley vertique

Description sommaire : sol très argileux à sommet sombre, peu poreux et de structure prismatique large, niveau intermédiaire, brun clair à nombreuses taches blanchâtres et ocres et sous-sol gris, à taches jaunes et argile molle.

Description détaillée :

- 0 - 2 cm Argile salée à efflorescences salines ; brun grisâtre foncé (10 YR 4/2), à taches brun vif (7,5 YR 5/6) et quelques taches rougeâtres non associées ; structure lamellaire, très fine, nette ; nombreuses fentes ; poreux ; consistance plastique, collant et peu fragile ; racines ; transition nette et régulière à :
- 2 - 20 cm Ag ; sec ; brun-grisâtre foncé (10 YR 4/2), à quelques taches rouges (2,5 YR 5/6) et jaunâtres, non associées ; structure prismatique très grossière, très nette, à sous-structure lamellaire peu nette ; fentes ; peu poreux ; à pores fins, abondants, principalement horizontaux ; pas de faces de glissement ; consistance semi-rigide, plastique, collant et non fragile ; quelques racines ; transition graduelle et ondulée à :
- 20 - 45 cm Ag ; frais ; brun-grisâtre (10 YR 5/2) à taches beiges (10 YR 6/8) non associées et taches rouges ; structure en plaquettes obliques, nette, à sous-structure prismatique, très grossière ; très peu poreux ; faces de glissement ; par ailleurs semblable au deuxième horizon.
- 45 - 70 cm CGox ; humide ; brun clair (10 YR 6/3) ; à nombreuses taches beiges associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora ; taches blanchâtres (10 YR 8/1) sous forme de revêtements ou de remplissage siliceux sur les faces horizontales des éléments de structure et dans les vides d'anciennes racines de Rhizophora ; présence de gaines tubulaires ocres-jaunes et ocres-rouilles parfois indurées, certaines remplies de matériau jaune (2,5 YR 8/8) ; structure cubique à tendance en plaquettes obliques et sur-structure prismatique, moyenne, peu nette ; peu poreux ; pas de fentes ; pas de faces de glissement ; consistance malléable, plastique et collant ; pas de racines ; transition graduelle et régulière à :
- 70- 150 cm Gox ; très humide ; gris (10 YR 5/1), à nombreuses taches beiges (10 YR 6/8) et taches jaunes (2,5 Y 8/8) ; structure massive, peu nette ; pas de fentes ; poreux ; consistance molle, pas de racines.
- > 150 cm par l'intermédiaire d'un niveau à taches verdâtres, cohérentes, passage rapide à de l'argile bleu-vert (5G1), sans racines, assez ferme.

Profil : KA 17

Lieu : à 2,5 km à l'Ouest du pont sur le KAMOBÉUL

Date : le 9 mai 1979

Géomorphologie : tanne vif (schorre nu)

Matériau : vases très argileuses, salées, riches en pyrite, consolidées
au sommet

Végétation : nulle

Nappe : à 55 cm, salée

Aménagement : nul

Surface : croûte poudreuse, salée, beige (10 YR à 2,5 YR 5/6) de 2 cm ;
cristaux blancs à la base

Sol : Salé acidifié modal

Description sommaire : sol argileux, non structuré à encroutement salin, gris et tourbeux en profondeur, brun foncé et à nombreuses trainées jaunâtres verticales dans sa partie supérieure.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 10 cm | G0, très humide ; gris (5 Y 6/1) à nombreuses taches jaunes (2,5 Y 8/8) et jaunes-ocres, revêtant et remplissant régulièrement les vides d'anciennes racines de Rhizophora ; quelques taches blanches sous forme de remplissage siliceux ou sableux de vides d'anciennes racines de Rhizophora ; revêtements jaunâtres sur les faces d'anciennes fentes ; structure spongieuse dans les premiers centimètres, puis fondue en-dessous ; consistance malléable ; pas de racines vivantes ; transition distincte et régulière à : |
| 10 - 40 cm | G0, très humide ; brun foncé (10 YR 4/3) ; texture limono-argileuse ; structure fondue ; très poreux à nombreux vides d'anciennes racines d'Avicennia(?) ; pas d'anciennes fentes à remplissage jaunâtre ; par ailleurs semblable au premier horizon ; transition graduelle et régulière |
| 40 - 65 cm | GR ; noyé ; gris foncé (N4) à taches grises (5 Y 5/1), associées aux vides d'anciennes racines et quelques taches jaunâtres ; structure fondue ; pas de fentes ; poreux ; consistance très molle, plastique et collant ; racines de Rhizophora ; transition distincte et régulière à : |
| 65 - 110 cm | GR ; niveau argilo-tourbeux à nombreuses racines mortes de Rhizophora et trous de crabes remplis d'argile grise (N6). |

Nota : Horizon 4 plus généralement argileux au lieu de tourbeux comme dans le profil décrit.

Profil : KA 18**Lieu : à 1,5 km à l'Ouest du pont sur le KAMOBÉUL****Date : le 9 mai 1979****Géomorphologie : schorre ou basse terrasse, non inondable par les marées****Matériau : alluvions fluvio-marines, argileuses au sommet, sableuses en-dessous****Végétation : riz récolté****Aménagement : casiers de petite taille****Surface : billons****Nappe : à 1,30 m****Sol : Hydromorphe minéral à gley profond ou amphigley, salé**

Description sommaire : 0-40 cm : matériau argileux, structuré, peu perméable, sombre, d'abord à taches brunes puis à très nombreuses taches jaunes et blanches ; au delà de 40 cm : matériau sablo-argileux gris beige à taches jaunes.

Description détaillée :

- | | |
|---------------------|---|
| 0 - 7 cm | (épaisseur moyenne) Ap, sec ; brun foncé (10 YR 5/2) à nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/6) associées aux vides et aux racines ; texture argileuse à sable fin ; structure lamellaire, nette, très grossière, juxtaposée à une structure polyédrique fine ; fentes ; poreux ; consistance semi-rigide, plastique, collant ; peu fragile ; nombreuses racines ; activité biologique moyenne ; transition distincte et régulière à : |
| 7 - 20 cm | A ₂ ; sec ; structure prismatique très grossière, peu nette ; peu poreux ; racines ; par ailleurs semblable au premier horizon ; transition distincte et régulière à : |
| 20 - 40 cm | G ₀ ; humide ; niveau argileux gris-brun clair (10 YR 6/2) à très nombreuses taches blanchâtres (10 YR 7/2 à 8/2) siliceuses et nombreuses taches jaunes (5 Y 8/6 et 10 YR 6/8) ; structure polyédrique subanguleuse moyenne, peu nette ; meuble ; pas de fentes ; très poreux ; consistance malléable ; plastique, peu collant ; quelques racines ; faible activité biologique. |
| 40 - 65 cm | G ₀ ; humide ; niveau sablo-argileux brun pâle (10 YR 6/3) à taches jaunes (10 YR 6/6) et blanches (10 YR 8/2), associées aux vides ; structure massive ; sans fentes ; poreux ; consistance peu plastique et peu collant ; pas de racines. |
| 65 - 100 cm | G ₀ ; très humide ; gris clair à taches jaunâtres ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent. |
| 100 - 170 cm | Niveau argileux gris à taches ocres et jaunes, associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora. |
| > 130 cm | Passage à de l'argile grise (N5). |

Profil : KA 19

Lieu : à 0,5 km à l'Ouest du pont sur le KAMOBÉUL

Date : le 9 mai 1979

Géomorphologie : tanne mouillé (schorre nu) inondable par les marées de vives eaux

Matériau : vases très argileuses, salées, riches en pyrite, moyennement consolidées au sommet, sans racines de Rhizophora.

Végétation : nulle

Nappe : à 30 cm, salée

Aménagement : en grands casiers de protection

Surface : très molle mais assez ferme en-dessous ; réseau de petits polygones formés pendant la période de mortes eaux encore visible ; très salée ; teinte grise en surface mais brune immédiatement en-dessous.

Sol : salé acidifié, intergrade ; sol hydromorphe salé (sol para-sulfaté acide, salé).

Description sommaire : sol très argileux ; à structure prismatique et taches brun-vif, rouges et jaunes sur fond sombre jusqu'à 65 cm, puis à matériau plus mou, non ou peu structuré, à trainées jaunâtres en-dessous.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 10 cm | G0 ; très humide ; gris (N5) ; à taches brun-vif (7,5 YR 5/8), non associées et quelques taches jaunes (2,5 Y 7/8) associées aux vides d'anciennes racines ; structure fondue à sous-structure polyédrique subanguleuse fine, peu nette, poreux ; consistance très molle, plastique et collant ; racines ; transition distincte et régulière à : |
| 10 - 37 cm | G0 ; très humide ; gris (N6) ; à très nombreuses taches rouges (7,5 R), non associées, en trainées verticales et taches jaunes (2,5 Y 7/8) associées aux vides d'anciennes racines ; structure prismatique fine, peu nette ; malléable ; pas de racines ; par ailleurs semblable au premier horizon ; transition graduelle et régulière à : |
| 37 - 65 cm | G0 ; noyé ; gris-clair (10 YR 6/1), à nombreuses taches brun-vif (7,5 YR 5/8), en trainées verticales, associées aux vides d'anciennes racines de Rhizophora ; structure prismatique moyenne et grossière, peu nette ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent. |
| 65 - 120 cm | G0 ; noyé ; gris foncé (N4) ; à taches jaunes en trainées verticales ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent. |
| >120 cm | GR ; noyé ; argile grise foncée (N4), molle, sans racines de Rhizophora. |

Profil : KA 20

Lieu : entre BAFIKANE et NYASSA

Date : le 10 mai 1979

Géomorphologie : tanne herbu (schorre), non inondé par les marées.

Matériau : alluvions fluvio-marines argileuses reposant sur du sable

Végétation : recouvrement discontinu (80%) par Eleocharis et par endroit de
Sevium ; ailleurs sol nu brunâtre

Aménagement : quelques fossés assez profonds et diguettes basses

Nappe : à environ 1,05 m

Sol : Hydromorphe minéral à amphigley, salé (intergrade sol salé acidifié)Description sommaire : sol argileux à sommet sombre , peu poreux et structure
prismatique, et sous-sol gris à gris clair à taches rougeâtres
puis jaunes.

Description détaillée :

0 - 3 cm	A ₁₁ ; sec ; gris foncé ; sans taches ; argile ; structure polyédrique subanguleuse fine, très nette ; transition nette à :
3 - 20 cm	A ₁₂ ; sec ; gris foncé ; à taches brun-jaune ; argile ; structure prismatique à sous-structure polyédrique grossière et moyenne ; matériau semi-rigide ; assez peu poreux ; transition distincte à :
20 - 40 cm	G ₀ ; frais ; gris ; argile à taches ocre-rouille le long des vides des racines ; consistance semi-rigide ; peu poreux ; transition distincte à :
40 - 55 cm	G ₀ ; humide ; gris ; à nombreuses taches ocre-rouille étendues ; argile ; structure polyédrique grossière, assez nette ; semi-rigide ; assez peu poreux ; transition distincte à :
55 - 70 cm	G ₀ ; humide ; gris clair à très nombreuses taches jaunâtres , associées aux vides racinaires et faces des agrégats ; argile ; structure peu nette ; consistance encore assez ferme ; peu poreux ; transition graduelle à :
70 - 85 cm	G ₀ ; humide ; gris-beige, à taches jaunes et brunes sur les faces des agrégats ; argile ; structure massive ; quelques anciennes racines de Rhizophora ; consistance malléable ; poreux ; transition graduelle à :
85 - 105 cm	Idem horizon précédent mais à taches seulement brunes ; racines plus nombreuses de Rhizophora et très poreux
105 - 120 cm	Niveau tourbeux argilo-sableux, très poreux à nombreuses racines anciennes.
120 - 160 cm	Sable gris-bleu.

Profil : KA 21

Lieu : entre BAFIKANE et NYASSA

Date : le 10 mai 1979

Géomorphologie : . versant de raccordement entre la terrasse supérieure
et les alluvions fluvio-marines récentes

Matériau : sables argileux, de la terrasse supérieure

Végétation : graminées longues (jachère)

Aménagement : en petits casiers

Surface : billonnée, brune

Sol : Hydromorphe minéral lessivé à gley profondDescription sommaire : sol sableux, clair, vivement tacheté d'orange et jaune,
à sommet sombre.

Description détaillée :

0 - 15 cm	Ap ; sec ; gris foncé à nombreuses taches rouille et ocres-jaunes ; texture limono-argilo-sableuse ; structure massive ; nombreuses racines ; poreux.
15 - 25 cm	A ₁₂ ; sec ; gris foncé à taches rouilles ; texture limoneuse ; structure massive ; racines ; assez poreux.
25 - 75 cm	G ₀ ; sec ; gris clair, à très nombreuses taches oranges en traînées verticales , en gaines tubulaires ocres ; texture limoneuse ; structure massive ; consistance peu fragile ; assez peu poreux ; peu de racines ; transition progressive à :
75 - 125 cm	G ₀ ; humide ; gris clair à très nombreuses taches jaunes ; texture limono-sableuse ; pas de racines ; poreux.
>125 cm	GR ; sable limoneux, gris-bleuté.

Profil : KA 22

Lieu : à 1 km au NE d'ETOME

Date : le 10 Mai 1979

Géomorphologie : basse terrasse sableuse, non inondable par les marées
(tanne vif)

Matériau : alluvions sablo-argileuses

Végétation : nulle

Aménagement : nul

Surface ; poudreuse ou à croute saline de quelques centimètres, brune en
surface, blanchâtre en dessous

Nappe : à 1,20 m, très salée (au 9.04 et 10.05)

Sol : salé acidifié, modalDescription sommaire : sol limono-argilo-sableux, non structuré, de couleur
brun clair à gris clair et très nombreuses trainées jaunâtres
verticales.

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 25 cm | GO, humide ; brun clair (7,5 YR 6/3) à nombreuses taches jaunes (2,5 Y 8/8) et brun-jaunes (10 YR 5/8) en trainées verticales, associées à d'anciennes racines ; texture limono-argilo-sableuse ; structure massive ; transition graduelle à : |
| 25 - 85 cm | semblable au premier horizon mais à matrice gris clair et manchons brun-foncé autour des vides d'anciennes racines, transition graduelle à : |
| 85 - 200 cm | sable limoneux gris clair (N7) à taches bleutées (5B5h) et gris foncé (N5), étendues. |

Profil : KA 23

Lieu : à 2,5 km au S. de BRIN

Date : le 10 Mai 1979

Géomorphologie : vasière, régulièrement inondée par les marées

Matériau : vases très argileuses salées, riches en pyrite

Végétation : jachère à jeunes Rhizophora et roseaux

Aménagement : en rizière profonde, salée, régulièrement cultivée sur larges billons très hauts

Nappe : inondation journalière par les marées

Sol : Hydromorphe humifère à gley d'ensemble, salé

Description sommaire : sol très argileux, très sombre et mou, à quelques taches brun-rouge, puis olives au sommet

Description détaillée : (profondeurs moyennes, sous billon)

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 5 cm | GR ; noyé ; gris (N5) à taches brun-rouge (5 YR 5/6 associées aux vides laissés par les racines ; poreux ; consistance molle, plastique et collant ; racines fines ; transition graduelle à : |
| 5 - 20 cm | GR ; noyé ; gris (N5 à N4) à taches olive (5 Y 4/3) ; par ailleurs semblable à l'horizon précédent ; transition distincte à : |
| 20 - 55 cm | GR ; noyé ; gris sombre (N4) ; sans taches ; consistance légèrement plus ferme ; racines de roseaux ; transition distincte à : |
| 55 - 100 cm | GR ; noyé ; gris sombre (N4) ; sans taches ; consistance très molle ; nombreuses racines de roseaux et de Rhizophora. |

Nota : présence de taches noires (2,5 Y 2/0) associées aux débris organiques et de coquillages enfouis à la transition du deuxième ou troisième horizon.

Profil sous inter-billon :

0-10 cm : gris très foncé (2,5 Y 3/0) ; très mou, à débris organiques

10-35 cm : comme horizon 3, ci-dessus.

> 35 cm : comme horizon 4, ci-dessus.

Profil : KA 24

Lieu : route de Guinée, à 4 km au N. de MPAK

Date : le 10 mai 1979

Géomorphologie : bas fond à fond plat

Matériau : alluvions argileuses à recouvrement sableux d'origine indéterminée

Végétation : riz récolté, bosquets à palmiers à huile et caïlcedras sur de larges termitières abandonnées

Aménagement : casiers pour la riziculture submergée ; pas de billons

Nappe : à plus de 2 m

Sol : hydromorphe minéral à amphigley

Description sommaire : sol argileux gris clair, peu poreux, vivement tacheté de brun-jaune et de noir, à sommet sableux

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 8 cm | Ap ; sec ; brun gris foncé mélangé de clair (10 YR 4/2 et 6/2), taches brun-jaune (10 YR 5/8 associées aux racines ; texture sablo-limoneuse à sable fin ; structure massive, très nette, à éclats émoussés ; pas de fentes ; très friable ; nombreuses racines ; très poreux ; transition nette et régulière à : |
| 8 - 20 cm | A ₂ ; sec ; brun gris clair (10 YR 6/2) à nombreuses taches brun-jaune ; texture sablo-limoneuse ; structure massive, à éclats anguleux ; pas de fentes ; poreux ; assez fragile, racines ; transition distincte et régulière à : |
| 20 - 30 cm | semblable à l'horizon précédent, mais taches plus nombreuses ; texture légèrement plus fine et moins de racines ; transition distincte et régulière à : |
| 30 - 60 cm | G ₀ ; gris clair (10 YR 6/1) à nombreuses taches brun-jaune non associées et taches noires indurées ; texture argileuse ; structure polyédrique très grossière, très nette à sous-structure cubique peu nette ; fentes ; peu poreux ; revêtements sableux sur les faces des agrégats ; non fragile ; quelques racines ; transition graduelle et régulière à : |
| 60 - 120 cm | G ₀ ca ; gris clair (10 YR 7/1) ; à nombreuses taches brun-jaune et noires, non associées ; texture argileuse ; structure prismatique grossière, très nette, à sous structure cubique à tendance en plaquettes obliques ; fentes ; très peu poreux ; pas de revêtements mais faces de glissement peu nettes ; non fragile, peu de racines ; présence de nodules blancs de calcaire. |

Profil : KA 25

Lieu : sur la route de Guinée, à 5 km au N de MPAK

Date : le 10 mai 1979

Géomorphologie : petit glacis colluvial raccordant les interfluves à la zone axiale du bas-fond

Végétation : riz récolté, graminées vertes, bosquets à palmiers à huile et caïlcedrat sur de grandes termitières

Aménagement : casiers rizicoles avec billons

Nappe : à 1,80 m, douce

Sol : hydromorphe minéral à gley profond

Description sommaire : sable blanc, à taches jaunes au fond, et horizon humifère très foncé et épais au sommet

Description détaillée :

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 25 cm | A ; sec ; gris très sombre (10 YR 3/1) et humifère ; sableux ; structure massive, très nette, à éclats émoussés, juxtaposée à une structure polyédrique subanguleuse fine dans les premiers 10 cm ; non plastique, non collant, très friable et fragile ; poreux ; racines ; transition distincte et régulière à : |
| 25 - 65 cm | C ; humide ; sable blanc (10 YR 8/1) ; à structure massive, peu nette ; poreux ; quelques racines ; transition graduelle et régulière à : |
| 60 - 140 cm | G0 ; très humide ; sable blanc (10 YR 8/1), à nombreuses taches brun-jaune (10 YR 6/8), étendues ; quelques racines |
| > 140 cm | GR ; très humide, puis noyé ; sable gris. |

P E D O L O G I E

ANNEXE 2b

ANALYSES DES PROFILS

METHODES D'ANALYSES UTILISEES

Granulométrie : Méthode internationale A : Destruction de la matière organique avec de l'eau oxygénée ; mise en suspension des argiles avec de l'héxamétaphosphate de sodium ; prélèvements d'argile et limon avec la pipette de Robinson et lavage des sables au "granulostat".

Carbone : Mesures effectuées au "Carbon Leco Determination" : combustion de l'échantillon dans un four à induction ; le rapport de la conductivité thermique du CO₂ produit et de la conductivité thermique de l'oxygène donne le taux de carbone.

Matière organique : $C \times 1,724$

Azote total : Minéralisation par la méthode Kjeldahl ; dosage par colorimétrie au bleu d'inophénol (réaction de Berthelot, méthode modifiée et mise au point par P. FALLAVIER).

Complexe absorbant :

- . Bases échangeables : Déplacement des bases par percolation à l'acétate d'ammonium N à pH 7,0 ; dosage des cations par absorption atomique. Pour les sols salés, on déduit de ces résultats les sels solubles obtenus par extraction à l'eau distillée et dosés par absorption atomique.
- . Capacité d'échange cationique (C.E.C.) : lavage à l'éthanol à 95° pour éliminer l'excès d'ammonium ; déplacement de l'ammonium fixé par du chlorure de sodium acidifié ; dosage de l'ammonium déplacé par colorimétrie automatique comme pour l'azote total.

pH :

- . sur sol séché : mesures effectuées de manière classique avec un rapport sol/eau de 1 sur 2,5, et de 1 sur 1
- . sur sol frais : mesures sur pate saturée avec électrode à point de pénétration.

Acidité potentielle : Méthode VAN BEERS : 5 cm³ de terre dans une soucoupe de porcelaine avec 20 cm³ d'eau oxygénée à 30%, placée sur bain-marie ; pH déterminé lorsque tout le H₂O₂ a disparu, sur pate saturée.

Phosphore assimilable : Méthode OLSEN, modifiée DABIN : Fluorure et ammonium et bicarbonate de sodium à pH 8,5 ; dosage colorimétrique au bleu de molybdène.

Conductivité : extrait au 1/10^e ; K, Ca, Mg et Na dosé par absorption atomique ; SO₄ dosé par turbidimétrie au chlorure de baryum ; Cl dosé par colorimétrie au thiocyanate mercurique et alun ferrique ; HCO₃ dosé par titration avec H₂SO₄ 0,1 N

Soufre total : détermination par appareil semi-automatique LECO (four à induration et titrage par iodométrie)

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 1

N° Prélèvement :		1	2	3
Profondeur (en cm) :		0 - 10	20 - 50	85 - 110
Argile	%	6,5	6,6	13,0
Limon fin	%	6,7	4,8	7,8
Limon grossier	%	6,7	4,0	3,6
Sable fin	%	59,3	58,3	46,8
Sable grossier	%	18,8	26,2	28,8
Classe texturale		SL	SL	LTS
Matière organique	%	1,36	0,26	0,21
Carbone	%	0,79	0,15	0,12
Azote	%	0,76	0,34	0,20
Rapport C/N	°/°°	10	4	6
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	0,51	1,04	5,84
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	1,25	0,90	0,85
Mg "	mé/100g	0,15	0,24	0,98
K "	mé/100g	0,02	0,02	0,01
Na "	mé/100g	0,05	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	1,47	1,17	1,86
C.E.C.	mé/100g	2,96	1,55	2,59
Saturation	%	50	75	72
pH sol frais		5,30	5,35	6,10
sol séché		5,40	5,70	5,95
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	31	15	3
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	37	24	27
K Soluble	mé/100g	0,01	0,01	0,01
Ca "	mé/100g	0,09	0,07	0,06
Mg "	mé/100g	0,03	0,04	0,04
Na "	mé/100g	0,08	0,07	0,07
SO ₄ "	mé/100g	0,39	0,32	0,26
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 2

N° Prélèvement :		4	5	6	
Profondeur (en cm) :		10 - 25	30 - 55	80 - 100	
Argile	%	21,6	37,4	19,9	
Limon fin	%	13,8	20,8	19,3	
Limon grossier	%	5,0	21,4	7,1	
Sable fin	%	43,0	17,1	46,6	
Sable grossier	%	16,6	3,3	7,2	
Classe texturale		LAS	LA	LS(LAS)	
Matière organique	%	5,05	6,86	0,91	
Carbone	%	2,93	3,98	0,53	
Azote	%	2,20	2,25	0,54	
Rapport C/N	°/°°	13	18	10	
Densité apparente			1,33	1,05	
Humidité naturelle	%	34,06	48,66	20,29	
Indice de maturation (n)		0,52	0,66	0,19	
Ca échangeable	mé/100g	0,68	1,92	1,12	
Mg "	mé/100g	0,16	0,86	0,30	
K "	mé/100g	0,03	0,11	0,02	
Na "	mé/100g	0,06	0,23	0,09	
Somme des bases échang.	mé/100g	0,93	3,12	1,53	
C.E.C.	mé/100g	12,35	15,22	4,01	
Saturation	%	8	20	38	
pH sol frais		5,05	4,60	5,10	
sol séché		4,85	4,20	4,65	
sol séché après 2 mois					
Acidité potentielle					
P. assimilable (Olsen)	ppm	35	15	13	
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	41	215	42	
K Soluble	mé/100g	0,001	0,02	0,01	
Ca "	mé/100g	0,09	0,48	0,09	
Mg "	mé/100g	0,04	0,29	0,05	
Na "	mé/100g	0,12	1,16	0,11	
SO ₄ "	mé/100g	0,29	0,56	0,28	
Cl "	mé/100g		1,64		
HCO ₃ "	mé/100g		0,08		

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 3

N° Prélèvement : Profondeur (en cm) :		7 0 - 10	8 15 - 35	9 60 - 80
Argile	%	6,3	14,2	19,2
Limon fin	%	6,0	7,5	7,8
Limon grossier	%	4,6	6,0	7,6
Sable fin	%	48,0	45,2	42,7
Sable grossier	%	35,1	27,1	22,8
Classe texturale		S	LTS	LS
Matière organique	%	0,66	0,55	0,40
Carbone	%	0,38	0,32	0,23
Azote	%	0,55	0,45	0,38
Rapport C/N	°/°	8	7	6
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	0,23	0,74	0,97
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,38	0,18	0,24
Mg "	mé/100g	0,08	0,01	0,04
K "	mé/100g	0,02	0,01	0,15
Na "	mé/100g	0,03	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	0,51	0,21	0,44
C.E.C.	mé/100g	1,69	2,72	3,14
Saturation	%	30	8	14
pH sol frais		4,45	4,75	4,95
sol séché		4,90	4,65	4,30
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	10	7	7
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	28	23	20
K Soluble	mé/100g	0,01	0,01	0,01
Ca "	mé/100g	0,05	0,06	0,04
Mg "	mé/100g	0,03	0,03	0,02
Na "	mé/100g	0,09	0,04	0,05
SO ₄ "	mé/100g	0,23	0,20	0,17
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 4

N° Prélèvement :		10	11	12
Profondeur (en cm) :		0 - 30	35 - 50	60 - 80
Argile	%	10,0	12,3	15,3
Limon fin	%	9,7	8,2	3,3
Limon grossier	%	8,6	11,7	12,8
Sable fin	%	46,0	43,5	42,0
Sable grossier	%	25,8	24,4	26,6
Classe texturale		LTS	LS	LS
Matière organique	%	0,84	0,26	0,22
Carbone	%	0,49	0,15	0,13
Azote	%	0,55	0,20	0,20
Rapport C/N	°/°°	9	8	7
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	0,47	0,43	0,79
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,35	0,50	0,55
Mg "	mé/100g	0,05	0,12	0,17
K "	mé/100g	0,03	0,02	0,02
Na "	mé/100g	0,04	0,02	0,09
Somme des bases échang.	mé/100g	0,47	0,66	0,83
C.E.C.	mé/100g	3,08	1,78	3,13
Saturation	%	15	37	27
pH sol frais		5,10	5,20	5,25
sol séché		5,10	5,00	4,75
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	8	7	7
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	20	30	35
K Soluble	mé/100g	0,01	0,01	0,01
Ca "	mé/100g	0,04	0,06	0,05
Mg "	mé/100g	0,02	0,03	0,03
Na "	mé/100g	0,02	0,02	0,09
SO ₄ "	mé/100g	0,18	0,18	0,17
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 5

N° Prélèvement :		13	14	15
Profondeur (en cm) :		0 - 15	25 - 45	80 - 100
Argile	%	6,6	4,0	4,1
Limon fin	%	1,9	0,1	0,9
Limon grossier	%	2,8	1,0	0,7
Sable fin	%	45,1	58,9	55,4
Sable grossier	%	43,6	36,1	38,8
Classe texturale		S	S	S
Matière organique	%	1,22	0,34	0,84
Carbone	%	0,71	0,20	0,49
Azote	%	0,58	0,29	0,48
Rapport C/N	°/..	12	7	10
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	2,59	15,49	18,98
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,35	0,42	0,33
Mg "	mé/100g	0,60	0,92	0,73
K "	mé/100g	0,03	0,11	0,09
Na "	mé/100g	0,01	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	0,99	1,46	1,16
C.E.C.	mé/100g	2,01	0,92	1,72
Saturation	%	49	-	67
pH sol frais		5,35	8,45	6,20
sol séché		4,95	7,75	3,75
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	29	25	9
Conductivité (extrait 1/10)	μmhos	730	545	925
K Soluble	mé/100g	0,06	0,12	0,22
Ca "	mé/100g	0,88	0,34	0,87
Mg "	mé/100g	1,50	1,23	2,47
Na "	mé/100g	5,20	3,96	7,40
SO ₄ "	mé/100g	0,57	0,57	2,77
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S. Total	%	0,046	0,023	0,349
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	4,80	7,40	3,00
"	" 1/2,5	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 6

N° Prélèvement :		16	17	18
Profondeur (en cm) :		2 - 18	25 - 50	80 - 100
Argile	%	21,1	19,3	14,4
Limon fin	%	5,2	4,3	2,3
Limon grossier	%	7,2	4,1	2,2
Sable fin	%	46,5	68,5	77,1
Sable grossier	%	20,0	3,8	3,9
Classe texturale		LAS	LTS(LAS)	LTS
Matière organique	%	1,50	2,69	1,88
Carbone	%	0,87	1,56	1,09
Azote	%	0,68	1,12	0,62
Rapport C/N	°/°	13	14	18
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	25,16	39,38	67,77
Indice de maturation (n)		0,38	0,51	2,54
Ca échangeable	mé/100g	0,43	0,17	0,47
Mg "	mé/100g	2,93	0,55	1,05
K "	mé/100g	0,32	0,10	0,10
Na "	mé/100g	0,01	0,01	0,83
Somme des bases échang.	mé/100g	3,69	0,83	2,45
C.E.C.	mé/100g	5,85	7,09	5,03
Saturation	%	63	12	49
pH sol frais		5,25	3,85	4,80
sol séché		4,75	3,20	3,40
sol séché après 2 mois		5,00	2,95	2,95
Acidité potentielle		3,20	2,40	2,45
P. assimilable (Olsen)	ppm	11	32	8
Conductivité (extrait 1/10)	μmhos	4 800	4 600	5 300
K Soluble	mé/100g	1,09	1,08	1,09
Ca "	mé/100g	0,95	1,85	1,55
Mg "	mé/100g	10,13	14,86	14,03
Na "	mé/100g	42,46	59,77	51,17
SO ₄ "	mé/100g	4,68	11,13	11,25
Cl "	mé/100g	45,52	63,93	54,09
HCO ₃ "	mé/100g	0,10	0	0
S/Total	%	0,129	0,851	0,628
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		4,60	2,70	2,85
rapport 1/2,5		4,85	3,15	3,20

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 7

N° Prélèvement : Profondeur (en cm) :		19 3 - 15	20 25 - 60	21 90 - 100
Argile	%	10,9	16,2	16,5
Limon fin	%	2,8	4,9	3,8
Limon grossier	%	7,1	18,0	8,9
Sable fin	%	53,6	32,5	47,5
Sable grossier	%	25,6	28,3	23,2
Classe texturale		SL	LS	LTS
Matière organique	%	0,34	0,26	0,31
Carbone	%	0,20	0,15	0,18
Azote	%	0,42	0,40	0,40
Rapport C/N	°/°	5	4	5
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	5,94	10,94	20,57
Indice de maturation (n)				0,23
Ca échangeable	mé/100g	0,62	0,60	0,95
Mg "	mé/100g	0,71	0,45	0,10
K "	mé/100g	0,06	0,12	0,20
Na "	mé/100g	0,07	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	1,47	1,18	1,26
C.E.C.	mé/100g	2,09	2,81	2,86
Saturation	%	70	42	44
pH sol frais		3,80	3,65	3,40
sol séché		4,00	3,85	3,75
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	8	6	8
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	1 200	1 900	2 250
K Soluble	mé/100g	0,17	0,24	0,32
Ca "	mé/100g	0,63	0,62	1,10
Mg "	mé/100g	2,37	3,65	6,47
Na "	mé/100g	10,49	17,67	23,99
SO ₄ "	mé/100g	1,93	2,37	4,46
Cl "	mé/100g	11,52	21,36	26,27
HCO ₃ "	mé/100g	0,08	0,09	0,04
S. Total	%	0,258	0,286	0,516
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	3,45	3,75	3,15
	rapport 1/2,5	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 8

N° Prélèvement :		22	23	24	25
Profondeur (en cm) :		0 - 7	15 - 30	20 - 35	50 - 80
Argile	%	9,5	12,9	16,4	9,7
Limon fin	%	3,2	2,3	3,0	2,4
Limon grossier	%	7,0	6,0	6,6	5,8
Sable fin	%	50,0	41,2	40,7	46,2
Sable grossier	%	30,3	37,6	33,4	36,0
Classe texturale		SL	SL/LTS	LTS	SL
Matière organique	%	0,78	0,29	0,21	0,33
Carbone	%	0,45	0,17	0,12	0,19
Azote	%	0,55	0,38	0,35	0,35
Rapport C/N	°/°°	8	4	3	5
Densité apparente					
Humidité naturelle	%	0,34	1,96	12,72	0,89
Indice de maturation (n)					
Ca échangeable	mé/100g	0,22	0,23	0,21	0,12
Mg "	mé/100g	0,39	0,28	0,53	0,34
K "	mé/100g	0,06	0,07	0,10	0,08
Na "	mé/100g	0,15	0,13	0,22	0,06
Somme des bases échang.	mé/100g	0,82	0,71	1,06	0,60
C.E.C.	mé/100g	2,15	2,20	2,84	1,78
Saturation	%	38	32	37	34
pH sol frais		3,65	3,65	3,50	3,70
sol séché		4,00	3,80	3,40	3,90
sol séché après 2 mois					
Acidité potentielle					
P. assimilable (Olsen)	ppm	8	7	6	7
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	130	95	140	100
K Soluble	mé/100g	0,03	0,04	0,06	0,05
Ca "	mé/100g	0,15	0,13	0,11	0,13
Mg "	mé/100g	0,30	0,15	0,42	0,29
Na "	mé/100g	0,26	0,24	0,18	0,30
SO ₄ "	mé/100g	0,23	0,78	1,06	0,66
Cl "	mé/100g				
HCO ₃ "	mé/100g				
S.total	%	0,069	0,034	0,155	0,034
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	3,90	3,75	3,20	3,90
	rapport 1/2,5	-	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 9

N° Prélèvement : Profondeur (en cm) :		29 0 - 5	26 5 - 20	27 35 - 50	28 100 - 120
Argile	%	72,5	77,7	75,2	76,9
Limon fin	%	11,3	13,1	11,4	11,8
Limon grossier	%	8,1	6,1	11,4	4,3
Sable fin	%	7,5	2,3	1,1	5,5
Sable grossier	%	0,6	0,7	0,9	1,5
Classe texturale		A+	A+	A+	A+
Matière organique	%	4,26	1,60	4,98	7,38
Carbone	%	2,47	0,93	2,89	4,28
Azote	%	1,95	1,10	1,54	1,86
Rapport C/N	°/∞	13	8	19	23
Densité apparente					
Humidité naturelle	%	83,49	66,63	107,50	177,83
Indice de maturation (n)		0,92	0,76	1,01	1,76
Ca échangeable	mé/100g	4,10	2,17	3,70	4,25
Mg "	mé/100g	12,87	10,90	10,04	17,50
K "	mé/100g	1,82	2,30	2,17	2,18
Na "	mé/100g	4,71	4,26	3,75	4,16
Somme des bases échang.	mé/100g	23,50	19,63	19,66	
C.E.C.	mé/100g	25,63	24,23	25,86	31,27
Saturation	%	92	81	76	90
pH sol frais		6,25	6,75	6,00	5,30
sol séché		5,90	6,40	5,50	4,00
sol séché après 2 mois		6,60	6,20	4,55	2,85
Acidité potentielle		3,65	3,60	2,50	2,40
P. assimilable (Olsen)	ppm	14	7	20	19
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	6 600	5 400	8 250	10 750
K Soluble	mé/100g	1,55	1,58	2,37	2,95
Ca "	mé/100g	1,70	1,35	5,30	5,25
Mg "	mé/100g	11,21	9,17	21,00	29,88
Na "	mé/100g	66,22	58,91	92,02	114,38
SO ₄ "	mé/100g	8,44	7,50	15,29	24,21
Cl "	mé/100g	70,81	64,49	106,78	
HCO ₃ "	mé/100g	0,26	0,22	0,11	
S. Total	%	0,211	0,211	0,793	2,93
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		6,65	6,00	4,25	3,00
rapport 1/2,5			6,00		

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 10

N° Prélèvement :		30	31	32
Profondeur (en cm) :		0 - 10	20 - 40	50 - 70
Argile	%	63,1	72,6	68,9
Limon fin	%	15,8	13,8	17,8
Limon grossier	%	10,2	7,6	2,2
Sable fin	%	4,5	4,2	8,9
Sable grossier	%	6,5	1,8	2,2
Classe texturale		A+	A+	A+
Matière organique	%	7,78	6,76	7,21
Carbone	%	4,51	3,92	4,18
Azote	%	2,20	1,74	1,73
Rapport C/N	°/∞	20	22	24
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	80,8	123,6	147,6
Indice de maturation (n)		0,86	1,16	1,59
Ca échangeable	mé/100g	2,07	4,65	2,10
Mg "	mé/100g	7,43	13,20	6,54
K "	mé/100g	1,43	2,06	1,67
Na "	mé/100g	12,32	11,24	6,78
Somme des bases échang.	mé/100g	23,25	31,15	17,09
C.E.C.	mé/100g	25,13	31,94	29,54
Saturation	%	93	98	58
pH sol frais		5,10	5,60	4,30
sol séché		4,60	5,55	3,55
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	7	16	14
Conductivité (extrait 1/10)	μmhos	5 050	8 300	8 450
K Soluble	mé/100g	1,21	2,87	2,82
Ca "	mé/100g	1,55	2,55	3,40
Mg "	mé/100g	9,55	18,05	22,00
Na "	mé/100g	43,73	88,58	92,02
SO ₄ "	mé/100g	8,50	13,38	20,13
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S.total	+	0,424	0,733	1,949
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		4,25	5,15	3,10
rapport 1/2,5		-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 11

N° Prélèvement :		33	34	35
Profondeur (en cm) :		0 - 15	20 - 45	100 - 120
Argile	%	67,8	54,3	69,4
Limon fin	%	12,2	18,9	9,1
Limon grossier	%	12,5	16,4	3,9
Sable fin	%	5,4	7,6	9,4
Sable grossier	%	2,0	2,8	8,1
Classe texturale		A+	A	A+
Matière organique	%	14,64	5,00	3,93
Carbone	%	8,49	2,90	2,28
Azote	%	3,68	1,74	1,30
Rapport C/N	°/∞	23	17	18
Densité apparente			0,83	0,58
Humidité naturelle	%	257,7	125,4	151,4
Indice de maturation (n)		2,09	1,69	1,80
Ca échangeable	mé/100g	2,80	5,05	2,40
Mg "	mé/100g	9,38	13,37	9,31
K "	mé/100g	0,73	1,64	2,30
Na "	mé/100g	0,01	1,50	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	12,92	21,56	14,02
C.E.C.	mé/100g	33,09	21,74	27,32
Saturation	%	39	99	51
pH sol frais		5,60	5,80	6,10
sol séché		5,35	6,20	4,40
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	18	21	17
Conductivité (extrait 1/10)	μmhos	21 000	6 850	10 600
K Soluble	mé/100g	6,28	2,69	4,10
Ca "	mé/100g	12,20	2,15	4,80
Mg "	mé/100g	62,47	13,70	27,81
Na "	mé/100g	256,71	74,39	122,12
SO ₄ "	mé/100g	37,69	12,56	21,69
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S. Total	%	1,823	2,155	2,384
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		4,75	4,25	2,70
rapport 1/2,5		-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 12

N° Prélèvement :		36	37	38
Profondeur (en cm) :		0 - 15	20 - 40	60 - 80
Argile	%	44,3	45,1	50,3
Limon fin	%	15,1	12,9	15,7
Limon grossier	%	23,2	32,1	29,2
Sable fin	%	13,1	8,7	2,7
Sable grossier	%	4,2	2,9	2,0
Classe texturale		A	A	A
Matière organique	%	1,67	0,66	0,69
Carbone	%	0,97	0,38	0,40
Azote	%	1,85	0,78	0,82
Rapport C/N	°/°°	5	5	5
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	11,1	15,2	52,6
Indice de maturation (n)				0,81
Ca échangeable	mé/100g	1,54	1,03	0,98
Mg "	mé/100g	4,93	2,97	6,06
K "	mé/100g	1,14	0,62	0,69
Na "	mé/100g	5,42	2,67	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	13,03	7,29	7,74
C.E.C.	mé/100g	14,82	12,69	13,75
Saturation	%	88	57	56
pH sol frais		5,45	4,25	3,85
sol séché		6,05	4,40	4,20
sol séché après 2 mois		5,90	4,25	4,20
Acidité potentielle		3,65	3,00	3,25
P. assimilable (Olsen)	ppm	15	8	15
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	1 100	1 800	4 100
K Soluble	mé/100g	0,30	0,32	0,60
Ca "	mé/100g	0,01	0,32	1,50
Mg "	mé/100g	0,37	2,28	9,46
Na "	mé/100g	8,52	17,46	39,13
SO ₄ "	mé/100g	2,19	3,32	6,88
Cl "	mé/100g	7,17	19,81	40,75
HCO ₃ "	mé/100g	0,20	0,08	0,08
S.total	%	0,064	0,264	0,575
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		5,80	4,15	4,20
rapport 1/2,5		5,95	4,35	4,50

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 13

N° Prélèvement :		39	40	41	42
Profondeur (en cm) :		0 - 15	15 - 30	40 - 65	80
Argile	%	20,0	27,3	5,4	9,8
Limon fin	%	7,8	3,2	2,2	2,4
Limon grossier	%	12,5	1,5	1,5	1,4
Sable fin	%	29,7	24,0	36,6	38,3
Sable grossier	%	30,0	44,0	54,3	48,1
Classe texturale		LS/LAS	LAS	S	SL
Matière organique	%	2,59	0,55	0,17	
Carbone	%	1,50	0,32	0,10	
Azote	%	1,40	0,65	0,35	
Rapport C/N	°/°°	11	5	3	
Densité apparente				1,44	
Humidité naturelle	%	1,7	4,5	3,9	
Indice de maturation (n)					
Ca échangeable	mé/100g	1,02	0,95	0,12	
Mg "	mé/100g	1,17	2,84	0,32	
K "	mé/100g	0,08	0,07	0,02	
Na "	mé/100g	0,15	0,12	0,08	
Somme des bases échang.	mé/100g	2,42	3,98	0,54	
C.E.C.	mé/100g	7,11	5,58	0,64	
Saturation	%	34	71	84	
pH sol frais		4,15	5,05	4,70	4,00
sol séché		4,50	5,05	5,05	4,40
sol séché après 2 mois		4,10	4,75	4,95	
Acidité potentielle		2,60	2,55	2,30	
P. assimilable (Olsen)	ppm	18	9	9	
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	107	39	27	37
K Soluble	mé/100g	0,02	0,01	0,01	0,01
Ca "	mé/100g	0,16	0,05	0,04	0,07
Mg "	mé/100g	0,27	0,07	0,03	0,05
Na "	mé/100g	0,06	0,01	0,07	0,02
SO ₄ "	mé/100g	0,69	0,24	0,26	0,13
Cl "	mé/100g				
HCO ₃ "	mé/100g				
S. Total	%	0,070	0,035	0,023	-
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		4,30	4,70	5,35	-
rapport 1/2,5		4,35	4,85	5,45	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 14

N° Prélèvement :		43	44	46	45
Profondeur (en cm) :		0 - 8	10 - 25	45	80 - 100
Argile	%	68,5	69,6		60,8
Limon fin	%	16,5	16,5		16,0
Limon grossier	%	9,6	10,0		5,4
Sable fin	%	4,3	2,9		4,5
Sable grossier	%	1,1	1,1		13,2
Classe texturale		A+	A+		A+
Matière organique	%	3,59	1,78		3,62
Carbone	%	2,08	1,03		2,10
Azote	%	1,28	0,82		1,10
Rapport C/N	°/°°	16	13		19
Densité apparente		1,17	0,96		0,64
Humidité naturelle	%	44,1	56,9		133,6
Indice de maturation (n)		0,49	0,55		1,77
Ca échangeable	mé/100g	4,30	2,70		0,10
Mg "	mé/100g	11,33	10,72		3,80
K "	mé/100g	2,07	1,95		2,11
Na "	mé/100g	1,51	1,92		0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	19,21	17,29		6,02
C.E.C.	mé/100g	20,93	23,38		24,36
Saturation	%	92	74		25
pH sol frais		7,15	6,40	5,35	5,30
sol séché		6,40	5,90	4,50	4,40
sol séché après 2 mois					
Acidité potentielle					
P. assimilable (Olsen)	ppm	50	23		18
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	7 500	8 850	13 400	19 400
K Soluble	mé/100g	2,05	2,24	3,14	4,74
Ca "	mé/100g	2,90	2,30	5,05	7,25
Mg "	mé/100g	16,10	18,50	30,30	49,32
Na "	mé/100g	81,70	86,43	124,70	199,95
SO ₄ "	mé/100g	12,19	12,19	20,13	29,81
Cl "	mé/100g	89,92	92,19		
HCO ₃ "	mé/100g	0,30	0,18		
S.total	%	0,201	0,212		2,063
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	6,15	5,80		2,80
	rapport 1/2,5	-	-		-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 15

N° Prélèvement :		47	48
Profondeur (en cm) :		5 - 20	80 - 100
Argile	%	72,6	77,6
Limon fin	%	21,5	11,8
Limon grossier	%	4,4	8,8
Sable fin	%	0,6	1,3
Sable grossier	%	0,9	0,6
Classe texturale		A+	A+
Matière organique	%	9,60	6,64
Carbone	%	5,57	3,85
Azote	%	2,00	1,60
Rapport C/N	°/°°	28	24
Densité apparente		0,69	0,60
Humidité naturelle	%	144,5	163
Indice de maturation (n)		1,39	1,64
Ca échangeable	mé/100g	0,50	0,40
Mg "	mé/100g	6,43	2,06
K "	mé/100g	1,85	2,36
Na "	mé/100g	10,03	10,98
Somme des bases échang.	mé/100g	18,81	15,80
C.E.C.	mé/100g	29,91	27,47
Saturation	%	63	58
pH sol frais		6,80	6,65
sol séché		5,05	4,85
sol séché après 2 mois		3,55	3,45
Acidité potentielle		2,40	2,10
P. assimilable (Olsen)	ppm	9	11
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	17 400	18 300
K Soluble	mé/100g	4,49	4,17
Ca "	mé/100g	10,10	11,00
Mg "	mé/100g	51,05	55,20
Na "	mé/100g	198,23	201,24
SO ₄ "	mé/100g	43,44	45,63
Cl "	mé/100g	240,26	240,26
HCO ₃ "	mé/100g	0	0
S.Total	%	1,72	3,23
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	3,00	
	rapport 1/2,5	3,20	

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 16

N° Prélèvement :		49	50	51
Profondeur (en cm) :		2 - 20	20 - 45	50 - 65
Argile	%	73,6	68,2	68,3
Limon fin	%	15,5	10,5	14,0
Limon grossier	%	8,3	2,3	14,0
Sable fin	%	2,3	17,2	3,0
Sable grossier	%	0,3	1,8	0,7
Classe texturale		A+	A+	A+
Matière organique	%	1,41	1,24	0,67
Carbone	%	0,82	0,72	0,39
Azote	%	0,75	0,65	0,65
Rapport C/N	°/°	11	11	6
Densité apparente			1,49	1,17
Humidité naturelle	%	10,7	47,0	101,9
Indice de maturation (n)			(0,57)	1,36
Ca échangeable	mé/100g	9,95	26,35	1,94
Mg "	mé/100g	9,33	7,04	9,62
K "	mé/100g	1,35	1,05	1,59
Na "	mé/100g	5,36	4,25	9,96
Somme des bases échang.	mé/100g	25,99	38,69	23,11
C.E.C.	mé/100g	19,65	18,97	20,82
Saturation	%	-	-	-
pH sol frais		3,40	4,10	3,90
sol séché		3,90	4,45	4,25
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	18	14	10
Conductivité (extrait 1/10)	μmhos	6 000	2 900	4 400
K Soluble	mé/100g	0,83	0,58	0,85
Ca "	mé/100g	1,40	2,40	0,90
Mg "	mé/100g	15,44	3,77	6,81
Na "	mé/100g	55,04	24,94	37,84
SO ₄ "	mé/100g	9,81	5,78	5,99
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S. total	%	0,172	0,149	0,143
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	3,65	4,35	4,15
	rapport 1/2,5	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 17

N° Prélèvement :		55	52	53	54
Profondeur (en cm) :		croute saline	0 - 10	15 - 35	70 - 90
Argile	%		55,1	30,0	33,2
Limon fin	%		15,9	8,6	9,0
Limon grossier	%		13,3	11,9	10,6
Sable fin	%		8,4	44,0	33,6
Sable grossier	%		7,1	5,4	13,7
Classe texturale			A	LAS	LAS
Matière organique	%		2,56	1,53	4,27
Carbone	%		1,49	0,89	2,48
Azote	%		0,92	0,68	0,75
Rapport C/N	°/°°		16	13	33
Densité apparente					
Humidité naturelle	%		16,8	38,1	52,3
Indice de maturation (n)					
Ca échangeable	mé/100g		0,78	0,34	0,10
Mg "	mé/100g		5,27	2,71	1,63
K "	mé/100g		0,71	0,64	0,56
Na "	mé/100g		1,44	0,10	0,10
Somme des bases échang.	mé/100g		8,20	3,79	2,39
C.E.C.	mé/100g		15,75	7,18	9,42
Saturation	%		52	53	25
pH sol frais			3,30	3,20	3,10
sol séché		4,90	4,20	4,65	3,50
sol séché après 2 mois					
Acidité potentielle					
P. assimilable (Olsen)	ppm		15	8	8
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	19 000	2 250	7 750	11 600
K Soluble	mé/100g	0,97	0,45	0,74	1,21
Ca "	mé/100g	5,20	0,56	3,00	3,40
Mg "	mé/100g	60,06	3,24	17,68	34,03
Na "	mé/100g	194,36	20,38	64,93	121,26
SO ₄ "	mé/100g	47,56	3,53		23,44
Cl "	mé/100g	215,89	23,52		153,15
HCO ₃ "	mé/100g	0,48	0,0		0,0
S. total	%	-	0,309	0,178	1,536
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	-	4,10	4,70	2,90
	rapport 1/2,5	-	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

ROFIL N° : KA 18

N° Prélèvement :		56	57	58
Profondeur (en cm) :		0 - 20	20 - 40	70 - 90
Argile	%	40,4	52,6	22,1
Limon fin	%	11,5	11,6	4,9
Limon grossier	%	12,0	8,5	1,9
Sable fin	%	33,2	24,1	29,4
Sable grossier	%	2,9	3,2	41,7
Classe texturale		A/LA	A	LAS
Matière organique	%	1,41	0,83	0,36
Carbone	%	0,82	0,48	0,21
Azote	%	0,75	0,75	0,60
Rapport C/N	°/°	11	6	3
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	7,6	22,7	32,3
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	1,35	1,16	0,47
Mg "	mé/100g	5,26	5,32	2,64
K "	mé/100g	0,47	0,22	0,18
Na "	mé/100g	0,08	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	7,16	6,71	3,30
C.E.C.	mé/100g	12,14	11,43	5,89
Saturation	%	59	59	56
pH sol frais		4,30	4,10	4,25
sol séché		4,65	4,50	4,60
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	11	20	8
Conductivité (extrait 1/10)	µmhos	690	800	1 300
K Soluble	mé/100g	0,18	0,18	0,24
Ca "	mé/100g	0,17	0,16	0,29
Mg "	mé/100g	0,84	0,68	2,16
Na "	mé/100g	6,62	7,40	10,97
SO ₄ "	mé/100g	1,94	1,84	2,24
Cl "	mé/100g	5,06	6,53	
HCO ₃ "	mé/100g	0,10	0,12	0,10
S. total	%	0,195	0,722	0,218
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		4,50	4,20	4,50
rapport 1/2,5		-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 19

N° Prélèvement :		59	60	61
Profondeur (en cm) :		0 - 10	15 - 25	40 - 60
Argile	%	74,9	76,9	76,0
Limon fin	%	16,5	13,7	12,9
Limon grossier	%	7,2	6,2	9,7
Sable fin	%	1,1	2,4	1,1
Sable grossier	%	0,3	0,8	0,3
Classe texturale		A+	A+	A+
Matière organique	%	2,24	1,55	1,22
Carbone	%	1,30	0,90	0,71
Azote	%	1,10	0,80	0,80
Rapport C/N	°/°°	12	11	9
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	40,0	62,5	93,2
Indice de maturation (n)		0,43	0,74	1,11
Ca échangeable	mé/100g	1,40	2,09	0,50
Mg "	mé/100g	3,65	10,04	7,34
K "	mé/100g	2,18	1,71	1,78
Na "	mé/100g	3,66	1,44	0,30
Somme des bases échang.	mé/100g	10,89	15,28	9,92
C.E.C.	mé/100g	20,63	21,42	20,65
Saturation	%	53	71	48
pH sol frais		5,85	4,30	3,90
sol séché		6,50	4,40	4,30
sol séché après 2 mois		6,30	4,35	4,15
Acidité potentielle		4,00	4,15	3,95
P. assimilable (Olsen)	ppm	15	11	18
Conductivité (extrait 1/10)	µ mhos	13 250	11 500	13 600
K Soluble	mé/100g	3,08	1,78	2,56
Ca "	mé/100g	11,90	3,25	5,00
Mg "	mé/100g	37,35	24,49	38,60
Na "	mé/100g	145,34	110,08	157,81
SO ₄ "	mé/100g	28,75	14,06	22,81
Cl "	mé/100g	189,68	132,07	206,54
HCO ₃ "	mé/100g	0,32	0,0	0,0
Σ total	%	0,352	0,276	0,276

pH sol séché après 8 mois rapport 1/1
rapport 1/2,5

6,15
6,35

4,50

4,10

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 20

N° Prélèvement :		62	63	64
Profondeur (en cm) :		1 - 15	25 - 35	45 - 55
Argile	%	42,8	54,6	35,8
Limon fin	%	13,2	15,8	16,3
Limon grossier	%	26,9	14,6	21,0
Sable fin	%	14,6	8,4	13,6
Sable grossier	%	2,4	6,5	13,3
Classe texturale		A	A	LA
Matière organique	%	0,91	1,22	0,69
Carbone	%	0,53	0,71	0,40
Azote	%	0,64	0,75	0,65
Rapport C/N	°/°°	8	9	6
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	6,3	12,2	7,0
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,35	1,23	2,17
Mg "	mé/100g	3,36	5,34	4,10
K "	mé/100g	0,97	0,60	0,41
Na "	mé/100g	3,31	2,18	0,85
Somme des bases échang.	mé/100g	7,99	9,35	7,53
C.E.C.	mé/100g	8,73	13,36	9,27
Saturation	%	92	70	81
pH sol frais		3,80	3,80	3,60
sol séché		3,70	4,25	4,50
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	7	19	13
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	8 700	2 000	2 100
K Soluble	mé/100g	1,04	0,40	0,36
Ca "	mé/100g	1,93	0,47	1,03
Mg "	mé/100g	22,41	2,86	2,99
Na "	mé/100g	80,84	16,30	17,72
SO ₄ "	mé/100g	12,75	3,65	3,58
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S.Total	%	0,894	0,367	0,212
pH sol séché après 8 mois	rapport 1/1	3,65	4,10	4,50
	rapport 1/2,5	-	-	-

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 21

N° Prélèvement :		65	66	67
Profondeur (en cm) :		0 - 15	40 - 60	90 - 110
Argile	%	24,6	28,2	19,3
Limon fin	%	13,4	7,4	5,0
Limon grossier	%	14,0	12,3	7,3
Sable fin	%	34,1	40,0	46,1
Sable grossier	%	13,9	12,2	22,2
Classe texturale		LAS	LAS	LS (LAS)
Matière organique	%	2,91	0,34	
Carbone	%	1,69	0,20	
Azote	%	1,15	0,39	
Rapport C/N	°/°°	15	5	
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	2,0	1,0	14,3
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,18	0,10	0,14
Mg "	mé/100g	0,65	0,17	0,12
K "	mé/100g	0,07	0,05	0,40
Na "	mé/100g	0,04	0,01	0,01
Somme des bases échang.	mé/100g	0,94	0,33	0,67
C.E.C.	mé/100g	8,82	4,29	2,81
Saturation	%	11	8	24
pH sol frais		3,50	3,30	3,55
sol séché		3,65	3,55	3,50
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	24	9	7
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	390	165	160
K Soluble	mé/100g	0,04	0,03	0,03
Ca "	mé/100g	0,03	0,09	0,26
Mg "	mé/100g	0,57	0,18	0,17
Na "	mé/100g	0,60	0,26	0,26
SO ₄ "	mé/100g	3,80	1,33	1,18
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			

pH sol séché après 8 mois

rapport 1/1 3,65
rapport 1/2,5 -

3,35

3,40

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 22

N° Prélèvement :		68	69	70
Profondeur (en cm) :		crouete saline 5 - 20		40 - 60
Argile	%		22,2	25,7
Limon fin	%		8,0	9,0
Limon grossier	%		11,6	9,7
Sable fin	%		45,5	38,3
Sable grossier	%		12,7	17,3
Classe texturale			LAS	LAS
Matière organique	%		0,26	0,29
Carbone	%		0,15	0,17
Azote	%		0,44	0,39
Rapport C/N	°/°°		3	4
Densité apparente				
Humidité naturelle	%		9,8	18,4
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g		0,10	0,10
Mg "	mé/100g		2,45	1,45
K "	mé/100g		0,59	0,49
Na "	mé/100g		10,37	27,92
Somme des bases échang.	mé/100g		13,51	29,96
C.E.C.	mé/100g		3,81	5,16
Saturation	%		-	-
pH sol frais			3,45	3,40
sol séché		6,00	4,10	3,80
sol séché après 2 mois			4,15	3,70
Acidité potentielle			2,60	3,20
P. assimilable (Olsen)	ppm		14	6
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	16 200	3 300	4 150
K Soluble	mé/100g	0,59	0,41	0,50
Ca "	mé/100g	7,47	0,78	1,05
Mg "	mé/100g	34,86	8,63	12,12
Na "	mé/100g	174,72	25,97	34,40
SO ₄ "	mé/100g	31,25	5,25	6,88
Cl "	mé/100g	184,53	30,91	37,23
HCO ₃ "	mé/100g	0,66	0,0	0,0
S. total	%	-	0,405	0,481
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		-	3,90	3,75
rapport 1/2,5		-	4,10	3,95

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 23

N° Prélèvement :		71	72	73
Profondeur (en cm) :		0 - 20	25 - 45	70 - 100
Argile	%	57,9	63,5	79,6
Limon fin	%	19,5	11,7	10,2
Limon grossier	%	3,3	0,9	1,6
Sable fin	%	17,7	11,1	7,8
Sable grossier	%	1,6	12,8	0,9
Classe texturale		A	A+	A+
Matière organique	%	3,64	5,26	4,45
Carbone	%	2,11	3,05	2,58
Azote	%	1,40	1,55	1,40
Rapport C/N	°/°	15	20	18
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	71,2	110,6	137,2
Indice de maturation (n)		0,92	1,32	1,44
Ca échangeable	mé/100g	4,98	5,23	2,67
Mg "	mé/100g	10,54	9,79	5,81
K "	mé/100g	1,49	1,33	1,57
Na "	mé/100g	5,74	4,15	2,53
Somme des bases échang.	mé/100g	22,74	20,50	12,58
C.E.C.	mé/100g	20,45	23,94	26,54
Saturation	%	-	86	47
pH sol frais		6,95	6,55	5,60
sol séché		6,80	5,60	4,05
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	15	14	8
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	4 850	5 100	6 450
K Soluble	mé/100g	1,73	1,40	1,87
Ca "	mé/100g	2,06	2,10	3,23
Mg "	mé/100g	9,96	9,46	15,19
Na "	mé/100g	56,76	40,85	47,97
SO ₄ "	mé/100g	8,50	12,25	15,88
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			
S.Total	%	0,516	3,576	2,636
pH sol séché après 8 mois rapport 1/1		6,20		2,80
rapport 1/2,5		6,30		

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 24

N° Prélèvement :		74	75	76
Profondeur (en cm) :		0 - 8	8 - 30	70 - 90
Argile	%	8,0	18,7	36,8
Limon fin	%	7,8	7,6	7,7
Limon grossier	%	15,8	12,4	10,2
Sable fin	%	51,3	47,0	32,2
Sable grossier	%	17,1	14,3	13,1
Classe texturale		LS/LTS	LS	AS
Matière organique	%	1,21	0,40	0,24
Carbone	%	0,70	0,23	0,14
Azote	%	2,10	0,65	0,62
Rapport C/N	°/∞	3	4	2
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	0,3	0,5	4,8
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	9,41	2,66	9,22
Mg "	mé/100g	0,20	0,32	0,61
K "	mé/100g	0,20	0,03	0,06
Na "	mé/100g	0,11	0,46	0,26
Somme des bases échang.	mé/100g	9,82	3,47	10,15
C.E.C.	mé/100g	2,60	3,60	12,90
Saturation	%	-	96	79
pH sol frais		5,15	5,65	7,30
sol séché		6,65	5,85	7,00
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	81	8	15
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	200	69	61
K Soluble	mé/100g	0,05	0,02	0,03
Ca "	mé/100g	1,46	0,14	0,13
Mg "	mé/100g	0,01	0,04	0,03
Na "	mé/100g	0,10	0,33	0,24
SO ₄ "	mé/100g	0,16	0,16	0,36
Cl "	mé/100g	0,14		
HCO ₃ "	mé/100g	0,96		

RESULTATS ANALYTIQUES

PROFIL N° KA 25

N° Prélèvement :		77	78	79
Profondeur (en cm) :		0 - 20	30 - 50	70 - 90
Argile	%	6,8	3,3	7,6
Limon fin	%	14,3	4,8	5,4
Limon grossier	%	16,7	7,6	9,4
Sable fin	%	40,3	59,5	53,9
Sable grossier	%	21,9	24,7	23,8
Classe texturale		LS	S	SL
Matière organique	%	2,74	0,10	0,17
Carbone	%	1,59	0,06	0,10
Azote	%	1,55	0,08	0,10
Rapport C/N	°/°°	10	8	10
Densité apparente				
Humidité naturelle	%	2,4	5,1	10,8
Indice de maturation (n)				
Ca échangeable	mé/100g	0,46	0,05	0,09
Mg "	mé/100g	0,13	0,01	0,01
K "	mé/100g	0,05	0,01	0,01
Na "	mé/100g	0,11	0,01	0,02
Somme des bases échang.	mé/100g	0,75	0,08	0,13
C.E.C.	mé/100g	5,80	0,10	0,15
Saturation	%	13	80	87
pH sol frais		5,10	5,50	5,50
sol séché		4,90	5,65	5,75
sol séché après 2 mois				
Acidité potentielle				
P. assimilable (Olsen)	ppm	24	19	20
Conductivité (extrait 1/10)	μ mhos	47	21	31
K Soluble	mé/100g	0,03	0,01	0,01
Ca "	mé/100g	0,08	0,05	0,06
Mg "	mé/100g	0,04	0,03	0,03
Na "	mé/100g	0,09	0,05	0,08
SO ₄ "	mé/100g	0,20	0,09	0,13
Cl "	mé/100g			
HCO ₃ "	mé/100g			

A N N E X E I I I

DIAGNOSTIC DE CARENCE EN PHOSPHORE

SOL N° 465

Profil KA 9 0 à 20 cm POLDERA MEDINA

Périmètre rizicole de KAMOBÉUL-BOLON

(Etude BCEOM-IRAT - M. BROUWERS)

Sol sulfaté acide, sur vase, peu évolué à acidification peu profonde

Fluvisol thionic Jt

Texture argileuse - pH = 6,35

C E C = 20,9 me %

Très fortes teneurs en Mg et Na échangeables

Minéraux argileux : 54 % kaolinite

36 % minéraux mal cristallisés

6 % d'illite

Les essais en vases de végétation pour le rendement en matière sèche des traitements Fc-P et Fc donnent la valeur de 38 % en lère coupe. Il y a exportation par la plante test de 2,36 ppm de P en lère coupe.

Le sol contient 300 ppm de P TOTAL répartis en :

5,9 ppm de P-Al

41,6 ppm de P-Fe

12 ppm de P-Ca

134 ppm de P OCCLUS

106 ppm de P ORGANIQUE

Les analyses de P dans le sol donnent des valeurs faibles confirmant le diagnostic en vases de végétation :

P OLSEN modifié = 14,5 ppm

P BRAY N° 2 = 6,3 ppm

P EXTRAIT EAU = 0,11 ppm

P RESINE 48 H = 5,09 ppm

Pouvoir fixateur (GACHON) = 312 ppm

$$\text{Indice } I_0 = P \text{ résine 48 H} \times \frac{P \text{ OLSEN}}{P \text{ OLSEN} + \text{Pouv.Fix.}} = 0,22 \text{ ppm}$$

Il y a, sur riz irrigué, une réponse très nette à la fertilisation phosphatée sur le Polder de MEDINA. Ce sol relève d'une fertilisation phosphatée d'entretien forte.

SOL N° 466

Profil KA 12 0 à 15 cm ZIGUINCHOR (Basse Casamance)

Sol para-sulfaté acide, évolué, dessalé en surface, à 1 km au NE de BEFIKANE, vallée de NIIASSA

Fluvisol thionique Jt

Texture argileuse - pH = 4,6

C E C = 11,6 me %

Très fortes teneurs en Mg et Na échangeables

Conductibilité : 1700 μ mhos

Les essais en vases de végétation donnent pour le rapport $\frac{F_c - P}{F_c}$ en 1ère coupe, la valeur 55,6 %.

Le sol contient 240 ppm de P TOTAL répartis en :

7 ppm de P-Al

55,8 ppm de P-Fe

30 ppm de P-Ca

79,7 ppm de P OCCLUS

67,5 ppm de P ORGANIQUE

Pouvoir fixateur à l'égard du Phosphore : 210 ppm

Les analyses du P dans le sol donnent des valeurs moyennes à faibles.

P OLSEN modifié = 16 ppm

P BRAY N° 2 = 16,4 ppm

P EXTRAIT A L'EAU = 0,12 ppm

P RESINE 48 H = 12,12 ppm

Indice I_0 IMPHOS = $12,12 \times \frac{16}{16 + 210} = 0,85$

Les teneurs en P BRAY N° 2 et P RESINE 48 H sont moyennes. La valeur de P OLSEN est par contre très faible.

Ce sol cultivé en rizière devrait répondre à une fertilisation phosphatée moyenne apportée tous les 3 ou 4 ans, de l'ordre de 100 kg/ha de P_2O_5 .

SOL N° 467

PROFIL KA 13 0 à 15 cm

A 1 km du village de KAMOBÉUL (au S.O.)

Gleysol Gd - Sol hydromorphe à gley

Texture limon sableux - pH = 4,17

C E C = 4,4 me %

Saturation = 53 % - L'horizon de surface est dessalé

Minéraux argileux : 53 % de kaolinite

4 % de goethite

24 % de minéraux mal cristallisés

14 % de quartz

Le sol contient 120 ppm de P TOTAL répartis en :

6,5 ppm de P-Al

23,6 ppm de P-Fe

3,8 ppm de P-Ca

46,1 ppm de P OCCLUS

40,0 ppm de P ORGANIQUE

Pouvoir fixateur GACHON : 190 ppm P

Les essais en vases de végétation indiquent un sol très carencé en phosphore : $\frac{Fc-P}{Fc} = 15,9 \%$. Les exportations de P par la plante test atteignent 0,85 ppm en moyenne sur trois coupes.

Les analyses du phosphore dans le sol donnent des valeurs très faibles, confirmant la gravité de la carence :

P OLSEN-DABIN	=	14	ppm
P BRAY N° 2	=	4,48	ppm
P EXTRAIT EAU	=	0,06	ppm
P RESINE 48 H	=	2,97	ppm
Valeur L	=	9,5	ppm
Indice I _L	=	0,45	
Indice I _O IMPHOS	=	0,20	

Ce sol relève d'une fertilisation phosphatée d'entretien qui pourrait être modeste en raison de la texture légère de ce sol. Cette fertilisation devrait donner sur riz inondé, une réponse très forte.

Résultats analytiques

Table 1

Pays : SENEGAL (Basse Casamance)

N° échantillon	465	466	467	
Région	POLDER MEDINA	KAMOBÉUL	BAFIKANE	
	Jt	Gd	Jt	
<u>Analyses d'argile</u>				
Montmorillonite %		+		
Vermiculite				
Chlorite		mal crist.: 24%		
Illite	+ 6 %	+	+ 2 %	
Kaolinite	+++ 54%	+++ 53 %	+++ 52%	
Gibbsite				
Goethite		+ 4 %		
Hématite				
Amorphes		2 %		
	mal crist. 36 %	Quartz ++ 14 %	mal crist. 41 %	
Al Total %	219,4		115,6	
Fe Total	40,9	9,2	25,0	
Al Extractible	0,015	0,066	0,09	
Fe libre	18,13	6,59	12,38	
<u>Granulométrie %</u>				
Terre fine				
Argile	67,6	15,6	42,1	
Limon	14,0	7,4	15,2	
Sable très fin	10,9	2,9	23,1	
Sable fin	5,9	28,5	13,9	
Sable grossier	1,6	45,7	5,6	
Carbonate (CO ₃ CA)				
Matière organique	2,53	1,81	1,67	
Carbone %	1,47	1,05	0,97	
Azote total %	1,05	0,89	0,82	
Rapport C/N	14	12	12	
milliéquivalents pour 100 grammes (= me)				
Ca	6,00	0,80	2,60	
Mg	23,90	1,14	10,49	
K	4,06	0,08	0,91	
Na	61,35	0,30	12,55	
Somme des bases (S)	95,31	2,32	26,55	
Capacité d'échange cationique (=CEC)	20,91	4,40	11,60	
Saturation	100	53	100	
$V = \frac{S \times 100}{CEC}$				
pH eau	6,35	4,17	4,62	
pH KCl	5,99	3,56	4,25	
Conductibilité	6900 μ mhos		1700 μ mhos	

Résultats analytiques

=====

SENEGAL

Table II

N° d'échantillon	465	466	467
Région	Polder MEDINA	KAMOBÉUL	BAFIKANE
Classification FAO	Jt	Gd	Jt
<u>Analyse de P (ppm)</u>			
P total perchlorique	300	120	240
Pouvoir fixateur	925	644	706
Olsen	14,5	14	16
Saunders	56	27	68
Truog	2,4	3,1	7,0
Bray n°2	6,3	4,48	16,4
P carbonate	37	24,5	60
P eau	0,11	0,06	0,12
P résine	5,09	2,97	12,12
Valeur L	-	9,5	-
Indice Gachon	-	0,45	-
Pouvoir fixateur Gachon	312	190	210
<u>Fractionnement de Chang et Jackson (ppm)</u>			
P Al	5,9	6,5	7,0
P Fe	41,6	23,6	55,8
P Ca	12	3,8	30
P Occlus	134	46,1	79,7
P Organique	106	40	67,5
<u>Test en vases de végétation</u>			
Index de Chaminade $\frac{Fe - P}{Fc} \times 100$ (+)			
- Moyenne des 3 coupes		15,9	
- 1ère/2ème/3ème coupe	38,05 -	14,3 - 18,4 - 15,0	55,6
<u>Matière sèche (en mg/1000g de sol)</u>			
Pots sans phosphore		1064	
- Moyenne des trois coupes			
- 1ère/2ème/3ème coupe	1546	726 - 1160 - 1305	2270 - 3981
<u>Exportations de Phosphore (ppm de sol)</u>			
- Moyenne des trois coupes		0,85	
- 1ère/2ème/3ème coupe	2,36 - 2,54	0,65 - 0,88 - 1,04	

(+) Fe = rendement avec phosphore

Fc - P = rendement sans phosphore